

**FUNDAMENTOS BOTANICOS DE
LOS CULTIVOS TROPICALES**



F 1968

JORGE LEON

C.210A 631.5 L5795f 1968



**FUNDAMENTOS BOTANICOS DE
LOS CULTIVOS TROPICALES**



PRIMERA EDICION

Diseño de la cubierta: Luis Daell

Derechos de Autor © 1968 Jorge León
Todos los derechos reservados por el IICA

Library of Congress Catalog Card Number: 68-8291

16474

I. I. C. A. - C. I. R. A.	
BIBLIOTECA	
COMPRADO A	<u>L.I.C.A.</u>
OBSEQUIO DE	_____
FECHA	<u>OCT 7. 1970</u>
	PRECIO <u>43.22</u>

EDITORIAL IICA



1968

IICA
5816
L36

Serie: Textos y Materiales de Enseñanza No. 18

Este libro ha sido publicado por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Es parte del Programa de Textos y Materiales de Enseñanza para las Facultades de Agronomía de América Latina, financiado con una donación de la Fundación Kellogg, que tiene a su cargo la Dirección Regional para la Zona Andina.

Abril de 1968

Lima, Perú

Contenido

	Pág.
PROLOGO	xxi
INTRODUCCION	xxiii

I PARTE GENERAL

Capítulo 1. CARACTERISTICAS DE LAS PLANTAS CULTIVADAS 3-9

Mayor variabilidad; Altos rendimientos; Riqueza en formas; Semillas no caedizas; Cambios en los medios de dispersión; Cambios de estructura; Pérdida de principios tóxicos; Cambios en el sistema de polinización; Vigor; Tipos anuales derivados de perennes; Aberraciones reproductivas.

REFERENCIAS 8-9

Capítulo 2. FACTORES Y PROCESOS EN LA DOMESTICACION DE LAS PLANTAS 10-15

Factor humano; Riqueza en especies.

ORDEN DE DOMESTICACION DE LAS PLANTAS 11-12

ETAPAS EN LA DOMESTICACION DE LAS PLANTAS 12-13

MALEZAS Y PLANTAS DOMESTICADAS 13-14

Cultivos primarios y secundarios; Importancia de las malezas en la evolución de los cultivos.

REFERENCIAS 15

Capítulo 3. FUERZAS QUE DETERMINAN LA VARIACION EN PLANTAS CULTIVADAS 16-27

MUTACIONES 16-19

Mutaciones somáticas.

POLIPLOIDIA 20-23

Heteroploides; Poliploides; Triploides; Tetraploides; Origen de los poliploides; Características de los poliploides; Poliploidia artificial.

HIBRIDACION 23-24

Hibridación infraespecífica; Introgresión.

SELECCION NATURAL 24-25

This One



E9AP-FSP-59FR

	Pág.
SELECCION CULTURAL	26-27
Introducción de plantas a nuevas áreas; Influencia del desarrollo cultural.	
REFERENCIAS	27
Capítulo 4. ESTUDIOS SOBRE EL ORIGEN DE LAS PLANTAS CULTIVADAS	28-35
Las hipótesis de Vavilov sobre los centros de origen.	29-30
DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS CENTROS DE ORIGEN	30-34
Estado actual de la teoría de los centros de origen.	
REFERENCIAS	35
Capítulo 5. ORIGEN Y DESARROLLO HISTORICO DE LOS CULTIVOS TROPICALES	36-46
Fondo histórico de la agricultura americana.	
LAS PLANTAS CULTIVADAS DE ORIGEN AMERICANO	38-43
Las migraciones del hombre y las plantas de cultivo en el Viejo Mundo	40-41
Cultivos tropicales comunes a ambos hemisferios antes del descubrimiento	41-43
LA EPOCA DE LOS DESCUBRIMIENTOS Y EL DESARROLLO DE LOS CULTIVOS TROPICALES	43-46
Plantas europeas en América; Plantas americanas en Europa; Intercambio de especies cultivadas entre América y Africa; Ruta Brasil India; Rutas del Pacífico.	
REFERENCIAS	46
Capítulo 6. SISTEMATICA DE LAS PLANTAS CULTIVADAS	47-52
CATEGORIAS DENTRO DE UNA ESPECIE CULTIVADA	47-49
Nomenclatura de las plantas cultivadas.	
CLASIFICACION DE LAS PLANTAS CULTIVADAS	49-52
Los grandes grupos de plantas; Distribución sistemática de las plantas útiles; Utilización de las Angiospermas; Número de plantas útiles.	
REFERENCIAS	52

II PARTE SISTEMATICA

Capítulo 7. PALMERAS	55-81
COCOTERO, <i>Cocos nucifera</i>	55-64
Sistemática; Ecología; Origen y dispersión; Morfología y estructura; Raíces adventicias; Tallo; Hojas; Inflorescencia; Biología floral; Fruto; Semilla; Germinación; Variación.	
PALMA AFRICANA DE ACEITE, DENDEZEIRO, <i>Elaeis guineensis</i>	64-73
Origen; Ecología; Morfología general; Hojas; Raíces; Inflorescencias; Biología floral; Fruto; Germinación; Variabilidad; Cultivares comerciales; Selección.	

	Pág.
PALMERAS SILVESTRES PRODUCTORAS DE ACEITES	73-74
PALMERAS PRODUCTORAS DE CERA	75
PALMERAS USADAS EN ALIMENTACION	75-78
PALMERAS PRODUCTORAS DE FIBRAS	79
MARFIL VEGETAL	79-80
CAÑAS	80
REFERENCIAS	80-81
Capítulo 8. AGAVACEAS	82-88
SISAL, <i>Agave sisalana</i>	82-85
Morfología general; Tallo y raíces; Flores y frutos; Bulbillos; Hojas y fibras; Número cromosomal.	
HENEQUEN, <i>Agave fourcroydes</i>	85-86
OTRAS ESPECIES DE AGAVE DE MENOR IMPORTANCIA	86
Agaves utilizados para bebidas.	
ESPECIES DE <i>Furcraea</i> utilizadas por sus fibras	87-88
REFERENCIAS	88
Capítulo 9. DIOSCOREACEAS	89-95
ÑAMES, <i>Dioscorea spp.</i>	89-92
Origen y dispersión; Sistemática; Morfología general; Rizoma.	
ÑAME GRANDE O BLANCO, <i>Dioscorea alata</i>	92
TONGO, <i>Dioscorea esculenta</i>	92
ÑAME BLANCO, <i>Dioscorea rotundata</i>	93
PAPA CARIBE, <i>Dioscorea bulbifera</i>	93
ÑAME AMARILLO, <i>Dioscorea cayennensis</i>	94
MAPUEY, <i>Dioscorea trifida</i>	94-95
Otras especies; Futuro del cultivo de las Dioscoreas; Usos recientes de otras Dioscoreas.	
REFERENCIAS	95
Capítulo 10. ORQUIDEAS	96-101
VAINILLA, <i>Vainilla planifolia</i>	96-99
Fruto; Selección.	
ORQUIDEAS ORNAMENTALES	99-100
Raíces; Tallos y hojas; Inflorescencia; Especies e híbridos.	
REFERENCIAS	101
Capítulo 11. BROMELIACEAS	101-107
PIÑA, ABACAXI, <i>Ananas comosus</i>	102-107
Origen y dispersión; Morfología general; Estructura del tallo; Raíces; Hojas; Inflorescencia; Flor; Fruto; Variación.	
REFERENCIAS	107

	Pág.
Capítulo 12. ESCITAMINEAS: MUSACEAS, ZINGIBERACEAS, CANNACEAS, MARANTACEAS	108-131
MUSACEAS	108-122
BANANOS	108-120
Nomenclatura sistemática; Sección EUMUSA; Hibridación; Poliploidía; Esterilidad; Partenocarpia; Origen y evolución; Dispersión a Africa y a América; Morfología general; Cormo; Raíces; Seudotallo; Tallo floral; Hojas; Inflorescencia; Flores; Fruto; Cultivares.	
ABACA, <i>Musa textilis</i>	120-122
Origen; Morfología general; Variación y mejoramiento.	
ZINGIBERACEAS	122-126
JENGIBRE, <i>Zingiber officinale</i>	122-124
Origen; Morfología general; Rizomas; Variación.	
CARDAMOMO, <i>Elettaria cardamomum</i>	124-125
Morfología general; Fruto y semilla; Variación.	
CURCUMA, <i>Curcuma domestica</i>	125-126
Morfología general; Rizoma.	
CANNACEAS	127-128
ACHIRA, <i>Canna edulis</i>	127-128
Morfología general; Cormo.	
MARANTACEAS	128-130
ARRORRUZ, <i>Maranta arundinacea</i>	128-129
Morfología general; Rizoma.	
LAIREN, <i>Calathea allua</i>	130
Raíces tuberosas.	
REFERENCIAS	131
Capítulo 13. ARACEAS	132-138
Sistemática.	
ESPECIES DE XANTHOSOMA DE CORMOS COMESTIBLES	132-135
Sistemática; Morfología general; Cormo; Raíces; Follaje; Inflorescencia.	
ESPECIE DE XANTHOSOMA DE HOJAS COMESTIBLES: BELEM-BE, <i>X. brasiliense</i>	135
TARO, <i>Colocasia esculenta</i>	136-137
Sistemática; Morfología general; Follaje; Inflorescencia; Variabilidad.	
REFERENCIAS	138
Capítulo 14. GRAMINEAS	139-187
MAIZ	139-148
Morfología general; Raíz; Tallo; Hojas; Inflorescencias; Inflorescencia estaminada; Flor estaminada; Inflorescencia pistilada; Flor pistilada; Biología floral; Semilla; Origen y afinidades del maíz; Teorías generales sobre el origen del maíz; Aportes históricos; Razas de maíz.	
ARROZ, <i>Oryza sativa</i>	148-156
Sistemática; Domesticación; Morfología general; Sistema radical; Tallo;	

	Pág.
Hojas; Inflorescencia; Biología floral; Fruto; Plántula; Variabilidad; Variación de caracteres.	
SORGO, <i>Sorghum bicolor</i>	156-161
Sistemática; Morfología general; Raíz; Tallo; Hojas; Inflorescencia; Espiguilla; Biología floral; Fruto; Variación y usos.	
CEREALES MENORES DE LOS TROPICOS	161-162
CAÑA DE AZUCAR	162-170
Origen de <i>Saccharum officinarum</i> ; Híbridos naturales de <i>S. officinarum</i> x <i>S. spontaneum</i> ; Origen de las cañas indias; Taxonomía; Morfología general; Raíz; Tallo; Entrenudo; Estructura interna del entrenudo; Yema; Hojas; Inflorescencia; Biología floral; Semilla; Variación y mejoramiento.	
PASTOS TROPICALES	170-174
Morfología general; Sistema radical; Hojas; Inflorescencia; Fruto; Reproducción; Nomenclatura; Clasificación.	
SUBFAMILIA PANICOIDEAS	174-181
Tribu Andropogóneas; Tribu Maideas.	
SUBFAMILIA POOIDEAS	181-182
Tribu Clorídeas; Tribu Sporoboleas	
GRAMINEAS PRODUCTORAS DE ACEITES ESENCIALES	182-183
BAMBUES	183-186
Morfología general; Rizoma; Raíces; Tallo aéreo; Ramificación; Hojas; Floración; Principales grupos de bambúes.	
REFERENCIAS	186-187

III PARTE DICOTILEDONEAS

A. METACLAMIDEAS	191-251
Capítulo 15. LABIADAS. PEDALIACEAS	191-196
LABIADAS	191-192
CANTANG, <i>Coleus rotundifolius</i>	191-192
PEDALIACEAS	192-196
AJONJOLI, <i>Sesamum indicum</i>	192-196
Origen; Morfología general; Tallo; Hojas; Flores; Biología floral; Fruto; Semilla; Variabilidad y mejoramiento.	
REFERENCIAS	196
Capítulo 16. SOLANACEAS. CONVULVACEAS	197-222
SOLANACEAS	197-216
SOLANEAS	197-211
TOMATE, <i>Lycopersicon esculentum</i>	197-202
Sistemática; Origen; Morfología general; Raíz; Tallo; Hojas; Inflorescencia; Fruto; Semilla; Biología floral; Variabilidad.	
NARANJILLA, LULO, <i>Solanum tomatense</i>	202-203
COCONA, <i>Solanum tomatense</i>	203
PEPINO DULCE, <i>Solanum muricatum</i>	203-204
BERENJENA, <i>Solanum melongena</i>	204-205

	Pág.
MILTOMATE, <i>Physalis spp.</i>	205-206
TOMATE DE ARBOL, <i>Cyphomandra betacea</i>	206
CHILES O AJIES, <i>Capsicum spp.</i>	207-211
Sistemática; Morfología general; Fruto; Contenido de capsicina; Biología floral; Variabilidad.	
CESTREAS	211-216
TABACO	211
<i>Nicotiana tabacum</i>	211-215
Sistemática; Origen; Morfología general; Raíz; Tallo; Hojas; Flores; Biología floral; Fruto y semilla; Variabilidad.	
<i>Nicotiana rustica</i>	215-216
Origen; Morfología general; Variabilidad.	
CONVOLVULACEAS	216-221
CAMOTE , <i>Ipomoea batatas</i>	216-220
Origen y dispersión; Morfología general; Raíces; Tallos aéreos; Hojas; Flores; Fruto; Biología floral; Variabilidad y mejoramiento.	
TANCKONG , <i>Ipomoea reptans (I. aquatica)</i>	220-221
REFERENCIAS	221-222
Capítulo 17. COMPUESTAS	223-227
GIRASOL , <i>Helianthus annuus</i>	223-224
CARTAMO, ALAZOR , <i>Carthamus tinctorius</i>	225-226
RAMTIL , <i>Guizotia abyssinica</i>	226
PIRETRO , <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> y OTROS	226
YACON , <i>Polymnia sonchifolia</i>	226
TOPINAMBUR , <i>Helianthus tuberosus</i>	226
YAMBO, BERRO DE PARA , <i>Spilanthes acmella</i>	227
REFERENCIAS	227
Capítulo 18. RUBIACEAS	228-241
CAFE , <i>Coffea arabica</i>	228-235
Origen; Morfología general; Dimorfismo de ramas; Sistema radical; Tallo; Ramas laterales; Hojas; Inflorescencias; Biología floral; Fruto; Semilla; Variabilidad.	
CAFE ROBUSTA , <i>Coffea canephora</i>	235-237
Origen y dispersión; Morfología general; Flores y biología floral; Frutos; Semilla; Variabilidad.	
CAFE DE LIBERIA , <i>Coffea liberica</i>	237-238
Origen y dispersión; Morfología general.	
IPECACUANA, RAICILLA, POAIA , <i>Cephaelis ipecacuanha</i> , <i>C. acuminata</i>	238-239
QUINAS , <i>Cinchona spp.</i>	239-240
FRUTALES	240-241
JAGUA O GENIPA , <i>Genipa americana</i>	240-241
VOAVANGA , <i>Vangueria edulis</i>	241
REFERENCIAS	241

	Pág.
Capítulo 19. APOCINACEAS. SAPOTACEAS. EBENACEAS	242-251
APOCINACEAS	242-244
KARANDA, <i>Carissa carandas</i>	242
CEREZA DE NATAL, <i>Carissa grandiflora</i>	242
<i>Carissa edulis</i>	242
MANGABEIRA, <i>Hancornia speciosa</i>	243
MACOUBEA O PEQUIA, <i>Macoubea guianensis</i>	243
COUMA, <i>Couma utilis</i>	243
<i>Rauvolfia</i>	243-244
SAPOTACEAS	244-249
FRUTALES	244-248
CHICOZAPOTE, <i>Achras zapota</i> , (<i>Manilkara sapotilla</i>)	244-246
Variabilidad.	
ZAPOTE, <i>Calocarpum mammosum</i> (<i>Lucuma mammosa</i>)	246-247
INJERTO, <i>Calocarpum viride</i>	247
CANISTEL O ZAPOTILLO, <i>Pouteria campechiana</i> (<i>Lucuma salicifolia</i>)	247
CAIMO, <i>Pouteria caimito</i>	247-248
LUCUMA, <i>Lucuma bifera</i>	248
JACARA, <i>Lucuma multiflora</i>	248
CAIMITO, <i>Chrysophyllum cainito</i>	248
LATICIFERAS	249-251
EBENACEAS	250-251
ZAPOTE NEGRO, <i>Diospyros ebenaster</i>	250
MABOLO, <i>Diospyros discolor</i>	250-251
KAKI, <i>Diospyros kaki</i>	251
REFERENCIAS	251
 B. ARQUICLAMIDEAS	 252
Capítulo 20. UMBELIFERAS	252-253
ARRACACHA, MANDOQUINHA, <i>Arracacia xanthorrhiza</i>	252-253
REFERENCIAS	253
 Capítulo 21. RAMNACEAS. ELEAGNACEAS.	 254-255
RAMNACEAS	254
APRIM, PONSIGUE, <i>Zizyphus mauritiana</i>	254
ELEAGNACEAS	255
ALINGARO, <i>Elaeagnus philippensis</i>	255
REFERENCIAS	255
 Capítulo 22. ANACARDIACEAS. SAPINDACEAS. MELIACEAS	 256-270
ANACARDIACEAS	256-263
MANGO, <i>Mangifera indica</i>	256-259

	Pág.
Origen; Morfología general; Biología floral; Fruto; Variabilidad; Otras especies de <i>Mangifera</i> .	
MARAÑON, CAJU, <i>Anacardium occidentale</i>	259-261
Origen; Morfología general; Variabilidad.	
JOCOTE O CIRUELO, <i>Spondias purpurea</i>	261-262
AMBARELLA, <i>Spondias cytherea</i>	262-263
GANDARIA, <i>Bouea macrophylla</i>	263
SAPINDACEAS	263-268
MAMONCILLO, MAMON, <i>Melicocca bijuga</i>	263-264
RAMBUTAN, <i>Nephelium lappaceum</i>	264
PULASAN, <i>Nephelium mutabile</i>	265
LONGAN, <i>Euphoria longana</i>	265-266
LICHI, <i>Litchi chinensis</i>	266-267
AKI, SESO VEGETAL, <i>Blighia sapida</i>	267
GUARANA, <i>Paullinia cupana</i>	267-268
MELIACEAS	268-269
LANSON, LANGSAT, DUKU, <i>Lansium domesticum</i>	269
REFERENCIAS	270

Capítulo 23. BURSERACEAS. SIMARUBACEAS. RUTACEAS. AQUIFOLIACEAS

	271-287
BURSERACEAS	271-273
NUEZ PILI, <i>Canarium ovatum</i>	271-272
CANARI, <i>Canarium commune</i>	273
SIMARUBACEAS	273
ACEITUNO, <i>Simaruba glauca</i>	273
RUTACEAS	274-286
CITRUS	274-275
Origen; Sistemática.	
NARANJO DULCE, <i>Citrus sinensis</i>	275-280
Origen; Morfología general; Estructura del tronco y las ramas; Espinas; Hojas; Flores; Fruto; Polinización; Fecundación y poliembrionia; Semilla; Esterilidad; Variabilidad; Cultivares.	
NARANJO AGRIO, <i>Citrus aurantium</i>	280
Morfología general; Variabilidad.	
LIMON AGRIO, <i>Citrus aurantifolia</i>	280-281
Morfología general.	
LIMON DULCE	281
LIMON AGRIO, <i>Citrus limon (C. limonia)</i>	281-282
Morfología general.	
GRAPEFRUIT, TORONJA, <i>Citrus paradisi</i>	282
Morfología general.	
PUMELO, TORONJA, <i>Citrus grandis</i>	282-283
Morfología general.	
MANDARINA, <i>Citrus reticulata</i>	283
Morfología general.	
CIDRO, <i>Citrus medica</i>	284
Morfología general.	

	Pág.
LIMON RUGOSO, <i>Citrus jambhiri</i>	284
HIBRIDOS INTERESPECIFICOS	284-285
ZAPOTE BLANCO, MATASANO, <i>Casimiroa</i> spp.	285
Origen y sistemática; Morfología general.	
UAMPI, <i>Clausena lansium</i>	286
BAEL, <i>Aegle marmelos</i>	286
AQUIFOLIACEAS	286-287
MATE, <i>Ilex paraguariensis</i>	286-287
REFERENCIAS	287
Capítulo 24. URTICACEAS. MORACEAS	288-295
URTICACEAS	288-290
RAMIO, <i>Boehmeria nivea</i>	288-290
Origen y sistemática; Morfología general; Estructura del tallo. Fibras; Inflorescencias.	
MORACEAS	290-295
FRUTALES	290-294
ARBOL DE PAN, <i>Artocarpus altilis</i> (<i>A. comunis</i>)	290-293
Origen y dispersión; Morfología general; Fruto; Variabilidad.	
JACA, <i>Artocarpus heterophyllus</i> (<i>A. integrifolia</i>)	293-294
Origen y dispersión; Morfología general; Fruto; Variabilidad.	
CHAMPEDAK, <i>Artocarpus champenden</i>	294
MARANG, <i>Artocarpus odoratissima</i>	294
UVILLA, <i>Pouroma cecropiaefolia</i>	294
LATICIFERAS	294-295
HULE, <i>Castilla elastica</i> y otras especies	294-295
CAUCHO DE INDIA, <i>Ficus elastica</i>	295
REFERENCIAS	295
Capítulo 25. LEGUMINOSAS: PAPILIONACEAS. CESALPINACEAS. MIMOSACEAS.	296-328
LEGUMINOSAS	296-297
PAPILIONACEAS	298-325
FASEOLEAS	298-316
FRIJOLES, <i>Phaseolus</i> spp.	298-305
ESPECIES AMERICANAS	298-305
FRIJOL COMUN, <i>Phaseolus vulgaris</i>	298-302
Origen; Morfología general; Raíces; Tallo; Hojas; Inflorescencia; Legumbre; Semilla; Biología floral; Variabilidad.	
PALLAR O LIMA, <i>Phaseolus lunatus</i>	302-304
Origen; Morfología general; Variabilidad.	
AYOCOTE, <i>Phaseolus coccineus</i> (<i>P. multiflorus</i>)	304-305
Origen y dispersión; Morfología general; Variabilidad.	
TEPARI, ESCOMITE, <i>Phaseolus acutifolius</i>	305
Origen y dispersión; Morfología general.	

	Pág.
FRIJOLES ASIATICOS	305-307
CAUPI, COWPEA, <i>Vigna unguiculata</i>	307-309
Origen y dispersión; Morfología general; Variabilidad.	
SOYA, <i>Glycine soja</i>	309-310
Morfología general; Variabilidad.	
GANDUL, FRIJOL DE PALO, <i>Cajanus indicus</i>	310-312
Morfología general; Biología floral; Fruto y semillas; Variabilidad.	
LABLAB, FRIJOL TREPADOR, <i>Dolichos lablab</i>	312-313
Origen; Morfología general.	
JICAMA, <i>Pachyrrhizus spp.</i>	313-314
BAMBARRA, <i>Voandzeia subterranea</i>	314
HABA DE CABALLO, FEIJAO-ESPADA, <i>Canavalia spp.</i>	314-315
FRIJOL TERCIOPELO, <i>Stizolobium deeringianum</i>	315
BUCARE, <i>Erythrina spp.</i>	315-316
KUDZU TROPICAL, <i>Pueraria phaseoloides (P. javanica)</i>	316
DALBERGEAS	316-318
BARBASCOS, CUBE O TIMBO, <i>Lonchocarpus spp. Derris spp.</i>	
TONKA O SARRAPIA, <i>Dipterix odorata</i>	317
Nuez de Tahiti, <i>Inocarpus edulis</i>	318
HEDISAREAS	318-323
MANI, <i>Arachis hypogaea</i>	318-322
Origen y dispersión; Porte y ramificación; Sistema radical; Hojas; Flores;	
Biología floral; Desarrollo del fruto; Fruto; Semilla; Variabilidad.	
PEGAPEGA, <i>Desmodium spp.</i>	322
<i>Stylosanthes guyanensis</i>	323
GALEGEAS	323-324
GUAR, <i>Cyamopsis psoraloides</i>	323
INDIGO, AÑIL, <i>Indigofera spp.</i>	323
TEFROSIA, <i>Tephrosia spp.</i>	324
GENISTEAS	324-325
CROTALARIA, <i>Crotalaria spp.</i>	324
SEGADILLA, <i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	324-325
CESALPINACEAS	325-326
TAMARINDO, <i>Tamarindus indica</i>	325-326
COURBARIL, GUAPINOL, <i>Hymenaea courbaril</i>	326
MIMOSACEAS	326-327
GUAMO, <i>Inga spp.</i>	326
GUAJE, <i>Leucaena leucocephala (L. glauca)</i>	326-327
REFERENCIAS	327-328
Capítulo 26. ROSACEAS	329-333
ROSACEAS	329-333
ESPECIES SUBTROPICALES	329-331
NISPERO DE JAPON, <i>Eriobotrya japonica</i>	329
CAPULI, <i>Prunus serotina var. capuli</i>	329-330
MANZANITA, <i>Crataegus pubescens</i>	330
MORAS, <i>Rubus spp.</i>	330

	Pág.
MORA DE CASTILLA, <i>Rubus glaucus</i>	331
FRAMBUESAS, <i>Rubus spp.</i>	331
ESPECIES TROPICALES	331-333
ICACO, <i>Chrysobalanus icaco</i>	331
ZONZAPOTE, <i>Licania platypus</i> y otras especies	332
OLOSAPÓ, <i>Couepia spp.</i>	332-333
OITICICA, <i>Licania rigida</i>	333
REFERENCIAS	333
Capítulo 27. EUFORBIACEAS	334-352
YUCA, MANDIOCA, <i>Manihot esculenta</i>	334-341
Sistemática; Origen; Porte y ramificación; Hojas; Inflorescencia; Biología floral; Fruto y semilla; Raíces; Variabilidad; Contenido de ácido cianhídrico; Origen de la variación; Mejoramiento. Cruzamientos interespecíficos e intervarietales; Contenido de proteína; Resistencia a virus; Clasificación de cultivares; Poliploidia.	
JEBE, SERINGUEIRA, <i>Hevea brasiliensis</i>	341-346
Origen; Morfología general; Sistema laticífero; Inflorescencia; Biología floral; Fruto y semilla; Variabilidad.	
OLEAGINOSAS	346-349
HIGUERILLA, MAMOIEIRO, <i>Ricinus comunis</i>	346-347
TUNG, <i>Aleurites spp.</i>	348
LUMBANG, <i>Aleurites moluccana</i>	348
<i>Aleurites montana</i>	348
FRUTALES	349-351
GROSELLA, <i>Phyllanthus acidus</i>	349
NELI, <i>Phyllanthus emblica</i>	349-350
BIGNAI, <i>Antidesma bunius</i>	350-351
RAMBAI, <i>Baccaurea motleyana</i>	351
HORTALIZAS	351
KAKUT, <i>Sauropus androgynus</i>	351
REFERENCIAS	351-352
Capítulo 28. ERITROXILACEAS. MALPIGIACEAS.	
OXALIDACEAS.	353-358
ERITROXILACEAS	353-355
COCA, <i>Erythroxylon spp.</i>	353-355
Sistemática y origen; Morfología general.	
MALPIGIACEAS	355-356
ACEROLA DE LAS ANTILLAS, SEMERUCO, BARBADOS CHERRY, <i>Malpighia glabra</i> (<i>M. puniceifolia</i>)	355-356
NANCE, <i>Byrsonima crassifolia</i>	356
OXALIDACEAS	356-357
CARAMBOLO, <i>Averroha carambola</i>	356-357
TIRIGURO, BILIMBI, GROSELLA, <i>Averroha bilimbi</i>	357
REFERENCIAS	358

	Pág.
Capítulo 29. MALVACEAS. BOMBACACEAS. ESTERCULIACEAS. TILIACEAS.	359-388
MALVACEAS	359-372
ALGODONEROS, <i>Gossypium spp.</i>	359-366
Sistemática; Origen de los algodoneros americanos; Morfología general; Sistema radical; Hojas; Flor; Biología floral; Fruto; Semilla y fibra; Variabilidad.	
KENAF, <i>Hibiscus cannabinus</i>	366-369
Origen; Morfología general; Biología floral; Estructura del tronco. Fibras; Variabilidad.	
ROSELLA, <i>Hibiscus sabdariffa</i>	369-370
Origen; Morfología general; Variabilidad.	
OKRA, <i>Hibiscus esculentus</i>	370
ARAMINA, GUAXIMA, <i>Urena lobata</i>	371-372
ALMIZCLILLO, <i>Abelmoschus moschatus</i>	372
BOMBACACEAS	372-374
KAPOK, <i>Ceiba pentandra</i> y otras especies	372-373
Origen; Morfología general; Frutos y fibra; Variabilidad.	
FRUTALES	373-374
DURIAN, <i>Durio zibethinus</i>	373-374
ZAPOTE AMARILLO, <i>Quararibea cordata</i>	374
ESTERCULIACEAS	374-383
CACAO, <i>Theobroma cacao</i>	375-381
Origen y domesticación; Ecología; Morfología general; Sistema radical; Estructura del tallo; Hojas; Cojín floral; Flor; Biología floral; Fruto; Semilla; Variabilidad; Nuevos cultivares.	
OTRAS ESPECIES UTILES DEL GENERO THEOBROMA	381-383
KOLA, <i>Cola acuminata</i> y otras especies	382-383
TILIACEAS	383-387
YUTE, <i>Corchorus spp.</i>	383
CORCHORUS CAPSULARIS	383-385
Morfología general; Fibras; Variabilidad.	
CORCHORUS OLITORIUS	386
Morfología general.	
FRUTALES	386-387
FALSA, <i>Grewia asiatica</i>	386-387
CAPULIN, CALABURA, <i>Muntingia calabura</i>	387
REFERENCIAS	387-388
Capítulo 30. BASELACEAS. PORTULACACEAS	389-390
BASELACEAS	389-390
ESPINACA DE CEILAN, <i>Basella rubra</i>	389-390
PORTULACACEAS	390
ESPINACA DE SURINAN, <i>Talinum triangulare</i>	390
REFERENCIAS	390

	Pág.
Capítulo 31. GUTIFERAS	391-394
MANGOSTAN, <i>Garcinia mangostana</i>	391-392
IMBE, <i>Garcinia livingstonei</i>	392
MANDU, <i>Garcinia dulcis</i>	392
MAMEY, <i>Mammea americana</i>	392-393
MADROÑO, <i>Rheedia madruño</i>	393
BACUPARI, <i>Rheedia brasiliensis</i>	393
BERBA, <i>Rheedia edulis</i>	393
BACURI, <i>Platonia insignis</i>	393
REFERENCIAS	394
Capítulo 32. LECITIDACEAS. MIRTACEAS. PUNICACEAS.	395-406
LECITIDACEAS	395-397
NUEZ DE BRASIL, <i>Bertholletia excelsa</i>	395-396
SAPUCAIA, <i>Lecythis elliptica</i>	396
NUEZ DEL PARAISO, <i>Lecythis zabucajo</i>	396-397
MIRTACEAS	397-405
FRUTALES	397-403
GUAYABO, <i>Psidium guajava</i>	397-399
GUAYABA JAPONESA, ARACA VERMEILHO, <i>Psidium cattleianum</i>	399
PITANGA, <i>Eugenia uniflora</i>	399-400
GRUMICHANA, <i>Eugenia dombeyi</i>	400
MANZANA ROSA, POMA ROSA, <i>Syzygium jambos</i>	400
MANZANA DE AGUA, MANZANA DE MALAYA, YAMBO, <i>Syzygium malaccensis</i>	401-402
JABOTICABA, <i>Myrciaria cauliflora</i>	402-403
FEIJOA, <i>Feijoa sellowiana</i>	403
ESPECIAS	403-405
CLAVO DE OLOR, <i>Syzygium aromaticum</i> (<i>Eugenia aromatica</i>)	403-404
JAMAICA, PIMIENTA DE JAMAICA, <i>Pimenta dioica</i> (<i>P. officinalis</i>)	404-405
MALAGUETA, BAYRUM, <i>Pimenta racemosa</i> (<i>P. acris</i>)	405
PUNICACEAS	405
GRANADO, <i>Punica granatum</i>	405
REFERENCIAS	406
Capítulo 33. TEACEAS. CARIOCARIACEAS	407-414
TEACEAS	407-412
TE, <i>Camellia sinensis</i>	407-412
Origen; Sistemática; Morfología general; Sistema radical; Tallo y ramificación; Hojas; Floración; Flor; Biología floral; Fruto y semilla; Selección.	
CARIOCARACEAS	413
PEQUI, <i>C. brasiliense</i>	413
PEQUIA, <i>C. villosum</i>	413
ALMENDRON, <i>C. amygdaliferum</i> , <i>C. nuciferum</i>	413
REFERENCIAS	413-414

	Pág.
Capítulo 34. CACTACEAS. CARICACEAS. CUCURBITACEAS. PASIFLORACEAS.	415-446
CACTACEAS	415-417
TUNA, Nopal, <i>Opuntia</i> spp.	415-416
PITAYA, <i>Cereus</i> spp. (<i>Hylocereus</i> , <i>Lemairocereus</i> , <i>Acanthocereus</i>)	416
GUAMACHO, GROSELLA DE FLORIDA, <i>Pereskia</i> spp.	416
CARICACEAS	417-422
PAPAYA, <i>Carica papaya</i>	417-422
Origen; Morfología general; Tallo; Hojas; Flores; Fruto; Semillas; Variabilidad.	
CUCURBITACEAS	422-441
AYOTES, ZAPALLOS, AUYAMAS, <i>Cucurbita</i> spp.	422-423
Nomenclatura; Variabilidad.	
CUCURBITA MOSCHATA	423-427
Origen; Morfología general; Zarcillos; Hojas; Flores; Fruto; Variabilidad.	
CUCURBITA PEPO	427
Origen y dispersión; Caracteres distintivos; Variabilidad.	
CUCURBITA MIXTA	427-428
Origen; Caracteres distintivos; Variabilidad.	
CUCURBITA MAXIMA	428-429
Origen; Caracteres distintivos; Variabilidad.	
CUCURBITA FICIFOLIA	429-430
Origen; Caracteres distintivos; Variabilidad.	
CALABAZA, <i>Lagenaria siceraria</i>	430-431
Origen; Morfología general.	
MELON, <i>Cucumis melo</i>	431-432
Origen; Morfología general; Variabilidad.	
PEPINO, <i>Cucumis sativus</i>	432-433
Origen; Morfología general.	
PEPINO DE SABANA, MASHISHE (Brasil), <i>Cucumis anguria</i>	433
Origen; Morfología general.	
SANDIA, PATILLA, <i>Citrullus lanatus</i> (<i>C. vulgaris</i>)	434
Origen; Morfología general; Variabilidad.	
CUNDEAMOR, BALSAMINA, <i>Momordica charantia</i>	435
CAIGUA, <i>Cyclanthera pedata</i>	435-436
MELON BLANCO, <i>Benincasa cerifera</i> (<i>B. hispida</i>)	436
COHOMBRO DE OLOR, CASABANANA, CAJUBA, <i>Sicana odorifera</i>	436-437
LUFA, ESPONJA VEGETAL, <i>Luffa</i> spp.	437
LUFFA ACUTANGULA	437-438
LUFFA CYLINDRICA	438
TELFARIA PEDATA	438-439
PATOLA, <i>Trichosanthes anguina</i>	439-440
CHAYOTE, <i>Sechium edule</i>	440-441
Morfología general; Viviparidad; Cultivares.	
TACACO, <i>Polakowskia tacaco</i>	441
PASIFLORACEAS	442-445
Nombres; Morfología general; Biología floral.	
GRANADILLA DULCE, <i>Passiflora ligularis</i>	443
GRANADILLA MORADA, MARACUYA, <i>Passiflora edulis</i>	443-444

	Pág.
GRANADILLA REAL, BADEA, MARACUYA-CASCUDO, <i>Passiflora quadrangularis</i>	444
TACSO, <i>Passiflora mollissima</i>	444
PASSIFLORA LAURIFOLIA	445
REFERENCIAS	445-446
 Capítulo 35. FLACOURTIACEAS. BIXACEAS.	 447-450
FLACOURTIACEAS	447-448
CIRUELA GOBERNADORA, <i>Flacourtia indica (E. ramontchi)</i>	447
RUKAM, <i>Flacourtia rukam</i>	447
LOVI-LOVI, <i>Flacourtia inermis</i>	448
KITEMBILLA, <i>Dovyalis hebecarpa (Aberia gardneri)</i>	448
KEI, <i>Dovyalis caffra (Aberia caffra)</i>	448
BIXACEAS	448-450
ACHIOTE, URUCU, ONATO, <i>Bixa orellana</i>	449-450
Origen, Morfología general; Variabilidad.	
REFERENCIAS	450
 Capítulo 36. DILLENIACEAS	 451
HONDAPARA, <i>Dillenia indica</i>	451
REFERENCIAS	451
 Capítulo 37. PROTEACEAS	 452-454
MACADAMIA, <i>Macadamia integrifolia, M. tetraphylla</i>	451-454
Origen y sistemática; Morfología general; Biología floral; Fruto y semilla; Variabilidad.	
REFERENCIAS	454
 Capítulo 38. PIPERACEAS	 455-458
PIMIENTA, <i>Piper nigrum</i>	455-457
Morfología general; Hojas; Inflorescencia; Biología floral; Fruto y semilla; Variabilidad.	
PIMIENTA LARGA, <i>Piper longum P. retrofractum</i>	457-458
REFERENCIAS	458
 Capítulo 39. MIRISTICACEAS. LAURACEAS, ANONACEAS.	 459-474
MIRISTICACEAS	459-461
NUEZ MOSCADA, <i>Myristica fragrans</i>	459-461
Origen; Ecología; Morfología general; Sexualidad; Fruto.	

	Pág.
LAURACEAS	461-467
AGUACATE, PALTA, <i>Persea americana</i>	462-465
Origen y variabilidad; Morfología general; Inflorescencia; Biología floral; Fruto.	
COYO, CHININI O YAS, <i>Persea schiedeana</i>	465
ESPECIAS	465-467
CANELA, <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	465-466
ALCANFOR, <i>Cinnamomum camphora</i>	467
CASSIA, <i>Cinnamomum cassia</i>	467
ISHPINGO, <i>Ocotea quixos</i>	467
ANONACEAS	467-473
FRUTALES	467-473
CHIRIMOYA, ANONA, <i>Annona cherimola</i>	467-469
Morfología general; Biología floral; Fruto; Variabilidad.	
ANONA, ATA, FRUTA DO CONDE, <i>Annona squamosa</i>	469-470
ANONA, CORAZON DE BUEY, <i>Annona reticulata</i>	470-471
ILAMA, <i>Annona diversifolia</i>	471
GUANABANA, <i>Annona muricata</i>	471-472
SONCOYA, <i>Annona purpurea</i>	472
BIRIBA, COROSOL, <i>Rollinia pulchrinervis</i> y otros	473
Aceites esenciales	
REFERENCIAS	474
REFERENCIAS GENERALES	475
INDICE DE MATERIAS	477

PROLOGO

La cultura científica de las áreas tropicales americanas es aún muy deficiente en relación con la magnitud y complejidad de sus problemas agrícolas. Carece en primer término de tradición, pues las escuelas o institutos de investigación de ciencias son muy nuevos o poco desarrollados. El aislamiento geográfico debido a las dificultades de comunicación ha impedido el trasplante cultural, fenómeno que sí ocurrió en el desarrollo agrícola de las áreas templadas del continente. Los estudios realizados en los trópicos americanos por consorcios extranjeros son de difícil acceso, y nunca se ha hecho ningún esfuerzo para ponerlos al alcance de quienes más los necesitan. Las publicaciones técnicas están en su gran mayoría en otros idiomas, algunos de ellos muy poco conocidos en América Latina. Por esto es urgente dar en español a los estudiantes de las facultades de agronomía, los principios básicos sobre plantas, suelos, animales, clima y sus interrelaciones en los trópicos, e incitarlos a conocer la literatura sobre dichos temas en otras lenguas. Esto se hace más necesario ahora que los trópicos han pasado de ser las áreas productoras de artículos de exportación: bananos, cacao, especias y otros, a ser el asiento de poblaciones estables. Los países que tienen concentraciones de poblaciones en las tierras altas, tratan de mover los excedentes hacia las tierras bajas. La colonización y habilitación permanente de los trópicos son problemas que enfrentan actualmente la mayoría de los países latinoamericanos.

En este libro se estudian los principios del origen, variabilidad y estructura de las plantas cultivadas en los trópicos. Está destinado a dar a los estudiantes de las facultades de agronomía de América Latina ciertos conocimientos básicos, indispensables para atender y atacar los problemas prácticos que presenta la agricultura de los trópicos. No cubre todos los aspectos botánicos de los cultivos tropicales; algunos como la nutrición, fotoperíodo, crecimiento, serán tratados en otro volumen de esta serie. No es tampoco un libro para especialistas, aunque pudiera contener información o referencias nuevas para ellos. Como enfoca las plantas dentro del ambiente humano, puede ser de interés a antropólogos y etnólogos. El área que cubre es muy vasta, y por eso sólo se pueden dar ciertas nociones fundamentales acompañadas de referencias bibliográficas, escogidas con el criterio de que contengan información global o sean abundantes en otras referencias.

Se espera que el libro sirva de guía a profesores y a estudiantes en el estudio directo, ojalá con materiales vivos y variados, de las plantas que se discuten. Si logra interesar al estudiante en la investigación de problemas para avanzar los límites actuales de conocimientos que hay sobre estos temas, habrá cumplido cabalmente los deseos del autor.

El libro es un resultado de notas de clase, que se han revisado a través de los años. En él se ha procurado simplificar en lo posible la terminología, usando los términos comunes en lugar de los eruditos: nuez moscada en lugar de moscadero; limón en vez de limonero, según el uso en América Latina. El mismo

término "cultivo" en el sentido que tiene como "crop" en inglés, "culture" en francés, aunque no está aún aceptado académicamente, se emplea en este texto por ser un vocablo de uso general.

Los nombres técnicos de las especies se han reducido al genérico y específico en latín, escritos entre comas después del nombre vulgar, y sin autores; los sinónimos más conocidos se dan entre paréntesis. A menudo se usa el término "cultivar", equivalente a variedad de una planta cultivada. Para la terminología técnica se ha seguido en lo posible, el Diccionario de Botánica de P. Font Quer.

El arreglo de los temas sigue un orden sistemático, único lógico y factible en un libro de esta clase, pues la clasificación por el uso plantea serias dificultades. El coco, por ejemplo, podría tomarse como oleaginosa, frutal, ornamental, etc. El arreglo sistemático en cambio, permite colocar en una forma más racional a las plantas cultivadas según sus características de estructura y origen. Para esa disposición sistemática se escogió el sistema de J. Hutchinson, que aunque es poco conocido en América Latina, representa con las reservas que hay que hacer en estos casos, un avance en la concepción filogenética de la clasificación de las plantas superiores.

El autor compiló su información de muchas fuentes y agregó algún material original. Las primeras no se citan, pues complicaría excesiva e inmensamente la obra.

Se reconoce que muchas de las referencias que se dan en el libro aparecen en revistas de difícil acceso; sin embargo, hay numerosos servicios de fotocopia que ponen al alcance cualquier publicación. Las referencias sirven además para que el estudiante tenga una idea de dónde se investiga y se publica sobre plantas cultivadas tropicales.

La preparación de este libro se hizo gracias a una ayuda otorgada por la Fundación Kellogg por intermedio del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, instituciones a las cuales el autor agradece el estímulo recibido.

Muy particularmente el autor desea expresar su agradecimiento a los directores y personas de las bibliotecas del Tropen Institut (Amsterdam); de la Biblioteca Agrícola Nacional del Perú (La Molina); del Centro de Enseñanza e Investigación del IICA (Turrialba), por la amplia colaboración recibida; al Dr. R. A. Hamilton (Hawaii) y Dr. R. E. Schultes (Harvard) por sus sugerencias; al Ing. Oscar Vilchez (La Molina) por su cooperación en las ilustraciones; al Director del Field Museum of Natural History (Chicago), por su generosidad al permitir la reproducción de las ilustraciones del folleto de L. B. Dalhgren "Tropical and Subtropical Fruits"; al Director del Departamento de Agricultura de Filipinas, por su autorización para usar dibujos de la obra de Brown "Useful Plants of the Phillipines"; al Dr. Frantz Schwanitz (Hamburgo) por conceder permiso para reproducir algunos dibujos de sus trabajos. De manera especial, por su dedicación e interés, a la Srta. Matilde de la Cruz, editora de esta serie. No es posible dar las gracias a todos aquellos a quienes se consultó en diversas formas, y no se puede pasar por alto a un pequeño chacarero de las inmediaciones de Lima, quien inadvertidamente suplió de su rica colección, muchos de los materiales que sirvieron para el estudio e ilustraciones de este libro.

Finalmente el autor desea expresar su reconocimiento a su esposa, Maruja Sáenz de León, quien ha sido la cooperadora más constante en este trabajo.

JORGE LEON

Lima, 1968

INTRODUCCION

Las plantas cultivadas son elementos esenciales de la civilización, comparables a los instrumentos o técnicas de trabajo, a las viviendas, vestido o medios de transporte. Son hasta cierto punto una obra del hombre. Cuando éste inició la civilización en el Neolítico, hace unos 7.000 años, la domesticación de las plantas produjo un cambio radical en sus costumbres, pues permitió al hombre trashumante hasta entonces, fijar su residencia en áreas definidas. Al mismo tiempo dejó de depender para su alimentación, vestido y vivienda de los azares de la caza y la pesca, para obtenerlos de las plantas. Al acomodar su vida a cierto lugar y al ritmo de la producción vegetal, pudo disponer de más tiempo para las manifestaciones artísticas, e iniciar mediante la observación y la experiencia, las bases primitivas de la ciencia.

La dependencia del hombre de los productos vegetales para su alimentación, vestido, vivienda y salud, se ha acentuado desde las primeras civilizaciones. Esta relación no es estática. Por una parte, el hombre continúa domesticando nuevas plantas. Entre los cultivos nuevos, es decir, aquellos desarrollados en los últimos siglos, figuran café, palma de aceite, hevea y numerosas forrajeras. En el campo de plantas medicinales, las Dioscoreas y otras especies, cuyas propiedades se descubrieron hace pocos años, pueden llegar a establecerse como cultivos comerciales. Un campo nuevo es la utilización de los microorganismos para la producción de drogas (antibióticos) y alimentos, el cual es posible que ofrezca grandes posibilidades en el futuro.

Es en los trópicos donde las aplicaciones tecnológicas encontrarán mayores y nuevos usos para las plantas silvestres, tanto por la riqueza en especies como por el escaso conocimiento que se tiene de ellas. Pueden señalarse dos hechos que tienden a confirmar lo anterior. El descubrimiento en la acerola de las Antillas, *Malpighia puniceifolia*, de cantidades muy altas de ácido ascórbico y la introducción al mercado de las nueces de *Macadamia integrifolia*, han impulsado el cultivo de dos especies que carecían hasta hace poco tiempo de toda importancia agrícola.

Por otra parte el hombre, a partir de la revolución industrial de mediados del siglo XIX, ha encontrado sustitutos para muchos productos vegetales. Esto ha determinado la eliminación de cultivos a veces muy antiguos. En la actualidad obtiene de fuentes industriales, particularmente de productos sintéticos derivados del carbono, el 99 por ciento de los tintes, 75 por ciento de drogas, 97 por ciento de resinas y plásticos, 52 por ciento del caucho, y 25 por ciento de las fibras del consumo mundial. Como consecuencia del desarrollo industrial ha sido necesario abandonar cultivos como el índigo, conocido por muchos siglos; la cinchona, de la cual apenas si existen plantaciones importantes, y amenaza seriamente la producción de *Hevea* y otros productos tropicales. La carencia de desarrollo tecnológico y de investigaciones básicas en los trópicos, ha impedido que el mejoramiento de los cultivos pueda competir con la producción sintética de sus sustitutos.

I. PARTE GENERAL

CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS CULTIVADAS

1

Los rasgos que caracterizan a las plantas cultivadas pueden resaltar mejor si se los compara con sus correspondientes en los tipos silvestres. Las diferencias entre ambos son la obra del hombre: primero porque éste escoge de las poblaciones naturales tipos diferentes por tamaño, forma, color y otras características; segundo, porque al mantenerlos en cultivo incrementa su variabilidad, y así los va alejando más de las poblaciones naturales de que se originaron.

Las características principales de las especies cultivadas son las siguientes:

Mayor variabilidad. La variabilidad es mucho mayor en las plantas cultivadas que en las silvestres. Se conocen, por ejemplo, unos 5.000 cultivares de arroz; unos 200 clones de yuca (Fig. 1.1); unas 300 variedades de café arábico. Es difícil que haya una especie silvestre que muestre un rango de variación comparable. Esta riqueza varietal es el resultado de la conservación de germoplasma por el hombre. Como se indicó antes, en las etapas primitivas de la agricultura se plantan por lo común muchas variedades de la misma especie. Así en Anatolia o Etiopía el número de variedades de trigo llega a varios miles, y en un lote pequeño el agricul-

tor siembra mezcladas varias docenas de variedades. Conforme se adelanta y técnica un cultivo, el número de cultivares se reduce. En las grandes áreas trigueras de Estados Unidos o Canadá, una sola variedad cubre miles de hectáreas. Este proceso, que es el resultado del avance técnico, elimina muchas variantes útiles. Pero ocurre algo paradójico: en las áreas en que un cultivo alcanza un gran desarrollo, es donde resulta más necesario establecer colecciones de variedades primitivas, a las cuales hay que recurrir en busca de factores o genes para mejorar el rendimiento o la resistencia de las variedades ya establecidas. Como resultado de ese proceso de eliminación y acumulación, en los países de agricultura más desarrollada es donde se conserva un mayor número de variantes de las plantas cultivadas.

Altos rendimientos. Rendimiento es la porción utilizable que el hombre aprovecha de una planta cultivada, sean granos, frutos, forraje para el ganado, látex. El rendimiento es mucho mayor en las formas cultivadas de una especie que en sus tipos silvestres. En los frijoles americanos, por ejemplo, las semillas de muchos cultivares pesan hasta 25 veces más que las de plantas silvestres de la misma especie.

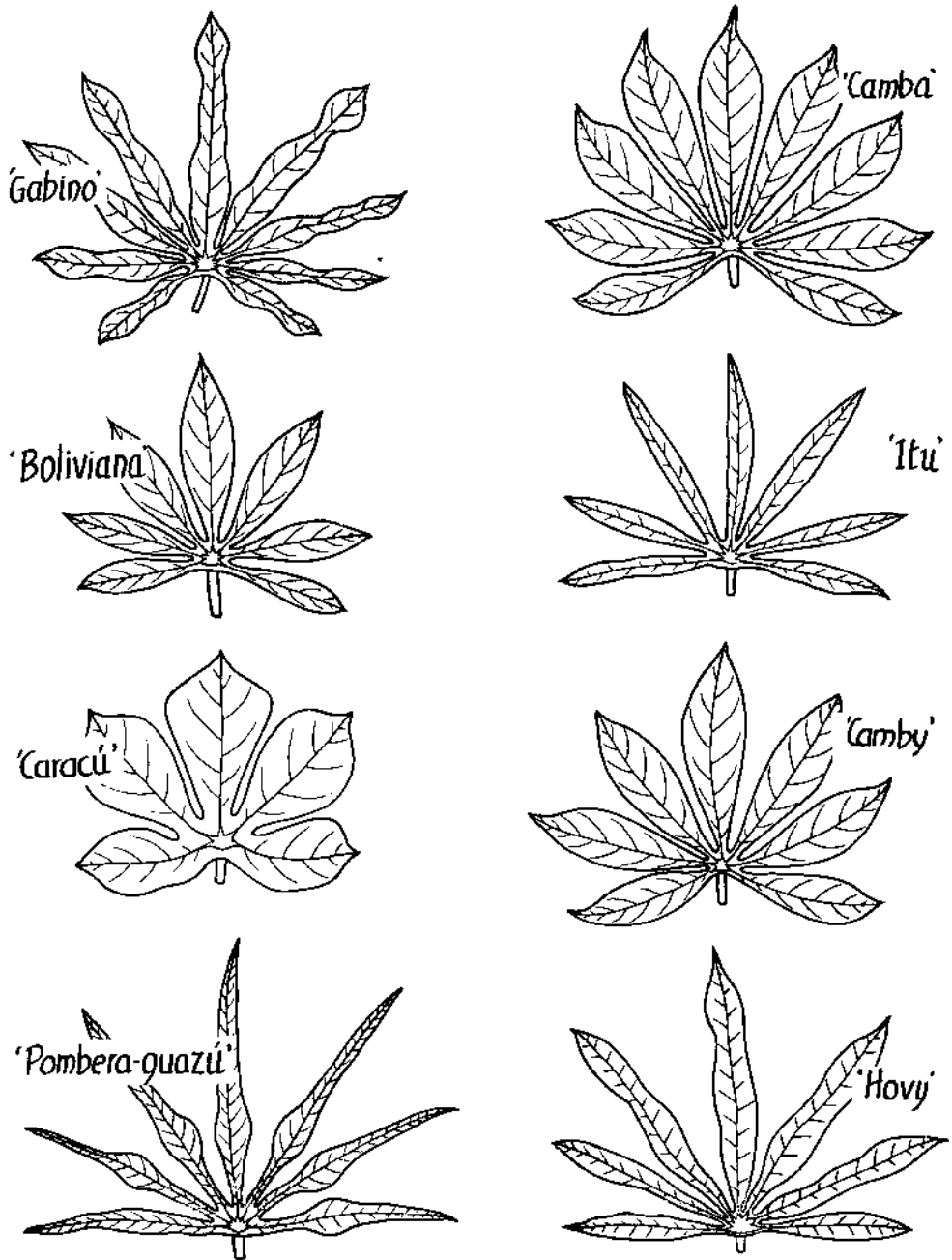


Fig. 1.1. Variabilidad en una especie cultivada. Tipos de hojas en distintos clones de yuca o mandioca, *Manihot esculenta*. (Según Michalowski, *Album de las mandiocas paraguayas*, 1953).

El rendimiento se expresa por lo general en peso o tamaño. La forma más elemental de selección, tal como se practica en las tribus primitivas de Africa tropical o de la cuenca del Amazonas, es la de escoger en el bosque semillas de árboles con frutas más grandes, y plantarlas cerca de las habitaciones. En ambas regiones esas plantas en semicultivo rinden más que los árboles selváticos.

El hombre escoge con frecuencia formas gigantes para el cultivo, las cuales se caracterizan por tener las células de mayor tamaño que los tipos corrientes, lo que determina un incremento en las dimensiones de hojas, frutos, tallos o semillas. Con frecuencia estas formas gigantes son poliploides. El pasto 'Timothy' es un hexaploide que produce mucho más forraje que las formas diploides de que se originó. Pero hay casos en que sin haber cambio en el número de cromosomas, el tamaño se incrementa considerablemente. Tal es el caso de los tomates, en que los frutos de algunos cultivares llegan a pesar hasta 50 veces más que sus congéneres silvestres, sin que haya variado el número cromosomal (Fig. 1.2).

Riqueza en formas. Como resultado de un largo cultivo y de selección intensa, es muy frecuente que una especie cultivada presente formas numerosas, diferentes en su estructura y utilización.

Un caso de estos se presenta en la col, *Brassica oleracea* (Fig. 1.3). Esta especie crece silvestre en algunos lugares de Europa, como una planta bienal, de follaje esparcido. Su domesticación es muy antigua, y en el largo cultivo ha presentado formas muy diversas, que el hombre ha sabido conservar. Las coles de las huertas posiblemente representan uno de los tipos más primitivos, de hojas escasas, sueltas y de buen tamaño. La berza tiene hojas planas, que tienden a arrollarse en un principio. El repollo, de follaje más abundante, forma una cabeza compacta, y se conocen muchos cultivares de diferente forma y color. Los bretones dan pocas hojas, anchas y muy recortadas. En la col de Bru-

selas hay yemas en forma de repollos diminutos a lo largo del tallo. El brécol tiene hojas verdes en cabezuela, muy divididas. En la coliflor hay al final del tallo una proliferación del follaje, blanco y carnoso. El nabocol tiene un tallo carnoso, casi esférico, con hojas espaciadas. Además se conocen el ruvo, coles enanas y otros tipos, a menudo tan diferentes que se han colocado en otras especies.

Un ejemplo similar lo presenta la remolacha. Esta especie, *Beta vulgaris*, parece descender de una especie silvestre, *B. maritima*. La remolacha de las huertas, que se utiliza como hortaliza por sus tallos carnosos y azucarados, es la forma más común. La acelga en cambio, se utiliza por sus hojas. De la remolacha forrajera que se cultiva desde hace siglos en Europa, se derivó, por selección, la remolacha azucarera, que es un cultivo industrial de cierta importancia en las regiones templadas. Hay diferencias marcadas entre la remolacha de las huertas y la acelga. Las diferencias son menores entre las forrajeras y azucareras.

Semillas no caedizas. Una especie requiere para su propagación natural que las semillas se separen en la madurez, tan pronto alcancen un desarrollo completo, y caigan al suelo para una germinación inmediata o para iniciar un período de latencia hasta que las condiciones ambientales permitan su germinación. Tal característica en plantas de semillas pequeñas, como los cereales, es muy desfavorable para la recolección y cuando, por mutación, aparecieron tipos de semillas no caedizas, el hombre obtuvo un material superior. Este carácter debe estar unido a una maduración uniforme, para permitir el establecimiento de grandes siembras. También debe asociarse a un largo período de viabilidad de la semilla, que permita su almacenamiento hasta la siembra siguiente, y se ajuste a los requerimientos climáticos, tanto de la especie como de la zona en que se cultiva.

La transición en los cereales de plantas con semillas caedizas a permanentes pudo

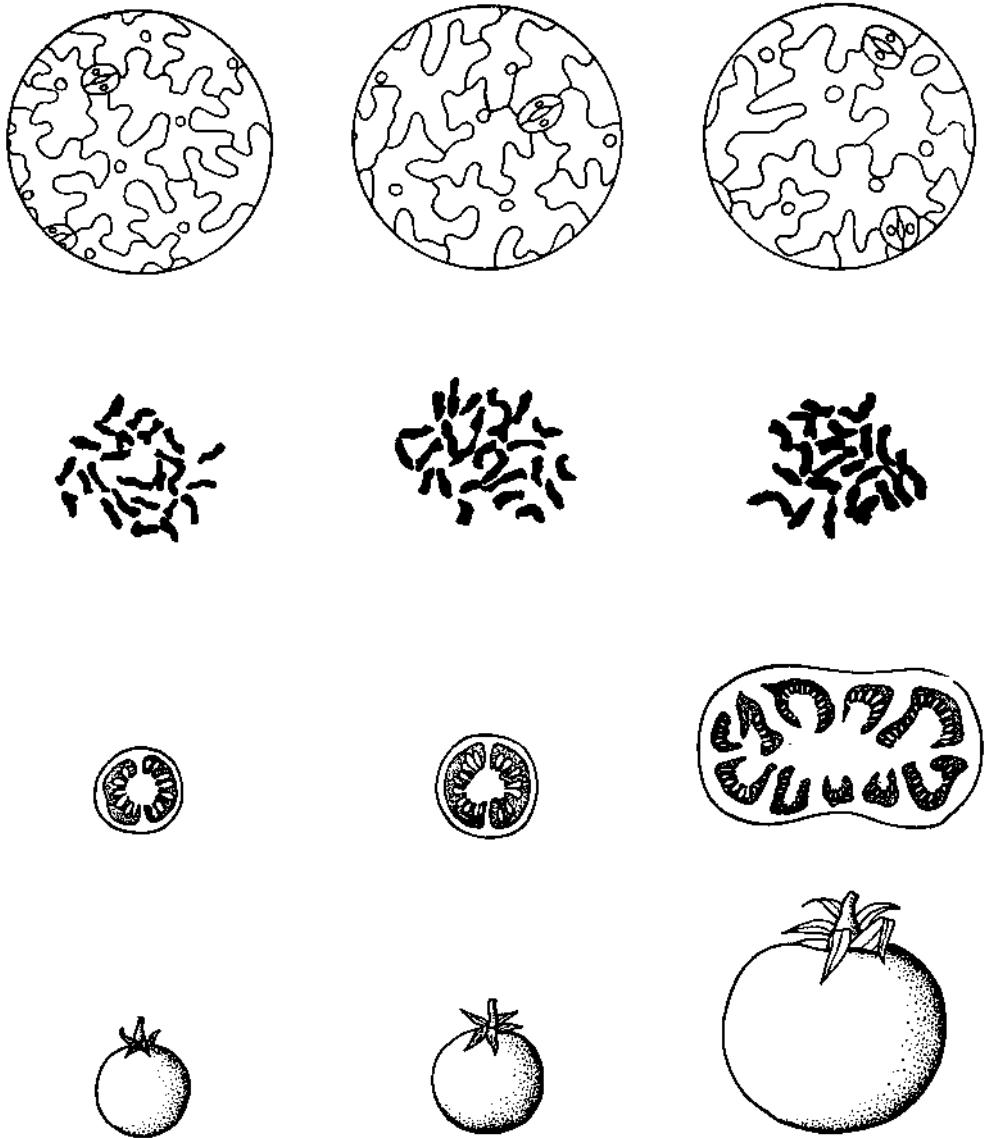


Fig. 1.2. Gigantismo en tomates, expresado (de arriba a abajo) en tamaño de las células de las hojas; tamaño de los cromosomas; corte transversal del fruto; tamaño del fruto. La primera columna corresponde al tomatillo *pimpenillifolium*, la segunda al tomate maleza, *cerasiforme*, la tercera al tomate de huerta, *esculentum*, cultivar Marglobe. (Según F. Schwanitz).

ser el resultado de una sola mutación. En las gramíneas hay una zona de abscisión en la base de cada espiguilla, que la separa de la inflorescencia. Cuando esta zona no se forma, las espiguillas permanecen adheridas al eje de la espiga y su recolección es más fácil.

Cambios en los medios de dispersión.

El carácter caedizo de las espiguillas en los cereales, ya mencionado, es muy favorable a la dispersión. También existen medios mecánicos, como apéndices, que fijan la semilla a la piel de los animales; se hallan en los tipos silvestres de la re-

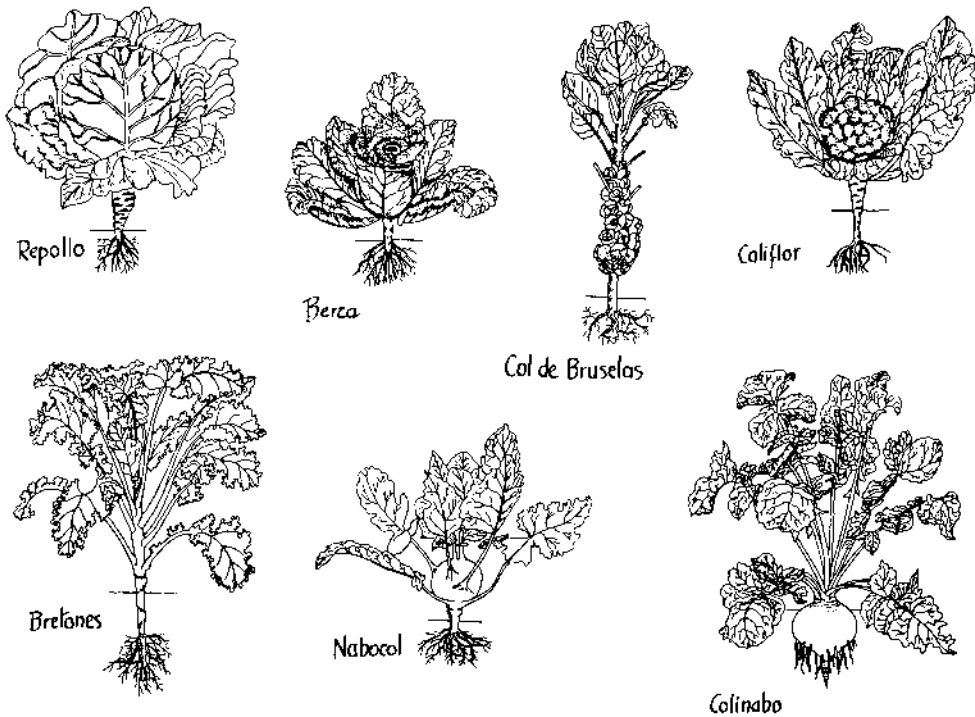


Fig. 1.3. Riqueza en formas en una especie cultivada: la col, *Brassica oleracea*. Algunos de los tipos más corrientes de esta especie, hay otros menos conocidos.

molacha, por ejemplo, pero no se encuentran en las variedades cultivadas.

Otros mecanismos de dispersión son también distintos en las plantas cultivadas que en las silvestres. La amapola cultivada, *Papaver rhoeas*, por ejemplo, carece de los poros grandes y abiertos que se hallan en los frutos de sus congéneres silvestres, y por los cuales se escapan fácilmente las semillas. En los tabacos cultivados las cápsulas permanecen cerradas, mientras que en muchas especies silvestres de *Nicotiana* se abren para dejar salir las semillas. En las Leguminosas de grano, el hombre ha escogido aquellas en que las vainas se abren tardíamente y maduran casi al mismo tiempo.

Cambios de estructura. Los cambios de estructura se reflejan en un incremento del rendimiento, sea porque se aumente el número de partes útiles, como hojas o semillas, o porque la proporción utilizable de ellas sea mayor. Un ejemplo del pri-

mer caso se presenta en el trigo; las formas primitivas son de espigas mucho menores, tanto por el número de granos como por su tamaño.

En las especies cultivadas por sus frutos la proporción entre la parte comestible y la no utilizable es mucho mayor que en las formas silvestres. Eso se debe al engrosamiento de las paredes del fruto; la desaparición de los espacios vacíos al centro, que son ocupados por tejidos comestibles; la carencia o menor número y tamaño de las semillas, y a otros cambios estructurales.

En ciertos órganos subterráneos ocurre algo similar. En la zanahoria silvestre hay varias raíces delgadas y duras, mientras que en las formas en cultivo existe sólo una raíz grande y carnosa.

Pérdida de principios tóxicos. Muchas plantas silvestres contienen principios tóxicos que las defienden del hombre y los

animales. Estos principios se han eliminado por selección, como en el caso de los *Lupinus*, o han sido anulados al inventar el hombre la cocción de los alimentos, como en la yuca. En esta última especie el hombre ha escogido tipos no venenosos, las llamadas "yucas dulces". En las leguminosas de grano, la selección de tipos de baja toxicidad, posiblemente mutantes, fue el factor que hizo posible su cultivo. Un fenómeno similar debió ocurrir con las Cucurbitáceas tropicales, como *Sechium edule*, cuyos principios amargos impidieron su utilización hasta que se presentó una mutación libre de ellos.

Cambios en el sistema de polinización. Se conocen casos, como en el tomate, que en su habitat natural es de polinización cruzada, pero al cultivarse en áreas en que no existen los insectos que realizan la polinización, desarrolla líneas autofértiles. Esta alteración se asocia con cambios en la estructura de la flor, pues en el segundo caso las anteras y el pistilo están a la misma altura, lo que facilita la autopolinización.

Vigor. Existe el concepto de que las plantas cultivadas son biológicamente menos vigorosas que las silvestres; que la duración de su vida es menor, y que hay un desequilibrio entre el volumen total de la planta y las partes que el hombre aprovecha. Esta diferencia se incrementa con las prácticas de cultivo como el injerto y

la poda, y tiende a ser desfavorable a la planta.

Los conceptos anteriores carecen de base experimental y no se pueden generalizar. Una planta que el hombre selecciona por sus semillas tiene, por ejemplo, biológicamente más oportunidades de reproducirse que sus formas silvestres, que las producen en menor cantidad.

Tipos anuales derivados de perennes. Un factor de extraordinaria importancia en las plantas cultivadas es la formación de tipos anuales derivados de especies perennes. En el algodón, por ejemplo, las formas anuales permitieron extender el cultivo hacia las zonas extratropicales, donde los días más cortos no permiten florecer a los algodones perennes.

En cereales, hortalizas y leguminosas se conocen casos similares. Las coles cultivadas, anuales, descienden de especies bianuales.

Aberraciones reproductivas. Ciertas aberraciones reproductivas, como la preponderancia de medios no generativos para la propagación, son características de muchas plantas cultivadas. La reproducción clonal de la yuca, por ejemplo, ha permitido la supervivencia y la amplia reproducción de una especie que en su estado natural produce muy pocas semillas. Igual cosa sucede con bananos, piñas, fruta de pan y muchos otros cultivos de los trópicos.

REFERENCIAS

- AMES, O. Economic annuals and human cultures. Cambridge, Mass., Botanical Museum of Harvard University, 1939. 159 p.
- BAKER, H. G. Plants and civilization. Belmont, California, Wadsworth, 1965. 183 p. (California University. Fundamentals of Botany Series).
- CRANE, M. B. The origin and improvement of cultivated plants. Journal of the Royal Horticultural Society 75:427-435; 465-474. 1950.
- HELBAEK, H. Domestication of food plants in the Old World. Science 130(3372):365-372. 1959.
- HUTCHINSON, J. Essays in crop plant evolution. Cambridge, Cambridge University Press, 1965. 204 p.
- MAURIZIO, A. Histoire de l'alimentation végétale depuis la préhistoire jusqu'à nos jours. Paris, Payot, 1932. 663 p.

PARODI, L. Procesos biológicos de la domesticación vegetal. *Revista Argentina de Agronomía* 5:1-24. 1938.

SCHWANITZ, F. *Die Entstehung der Kulturpflanzen*. Berlin, Springer, 1957. 151 p.

Aparece en inglés bajo el título: "The origin of cultivated plants". Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1966. 140 p.

STEPHENS, S. G. Species differentiation in relation to crop improvement. *Crop Science* 1(1):1-5. 1961.

VAVILOV, N. I. *Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas*. Versión española de Felipe Freier. Buenos Aires, Acme, 1951. 185 p.

ZHUKOVSKI, P. M. *Cultivated plants and their wild relatives*. Abridged translation by P. S. Hudson. London, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1962. 107 p.

FACTORES Y PROCESOS EN LA DOMESTICACION DE LAS PLANTAS

2

En la domesticación de las plantas hay dos factores principales: primero, la habilidad del hombre para escoger, manejar y conservar las especies útiles, que depende de su capacidad innata y del grado de cultura. Segundo, la riqueza en especies en un área determinada, que ofrezca un material amplio y variado donde el hombre pueda escoger los elementos que necesite.

Factor humano

Se ha expresado repetidas veces la idea de que el hombre primitivo tenía una capacidad innata para descubrir los usos de las plantas. También se le han atribuido conocimientos definidos sobre los procesos de mejoramiento; en el caso del maíz, varios autores han afirmado que este cultivo es el resultado de largos trabajos de selección hechos por los indios americanos. Otra opinión sostiene que el hombre neolítico sólo aprovechaba lo que le ofrecía la naturaleza, y que por el largo método de errar o acertar, descubrió las plantas útiles y después las domesticó. También se ha indicado que en los trópicos especialmente, el hombre pudo heredar la experiencia de sus antepasados antropoides en el uso de las plantas, y

que este conocimiento fue una transición valiosa hacia los períodos avanzados de la domesticación.

Es evidente que el hombre neolítico tuvo una notable capacidad intelectual y manual, como lo expresa su arte. Debió aplicar su inteligencia a la solución del problema más inmediato, la alimentación, por lo cual la recolección de plantas, la caza o la pesca eran sus actividades principales. Su curiosidad por la forma, color y gusto de las frutas, semillas y tubérculos pudo llevarle a una utilización temprana de esos productos. Pero resulta difícil de explicar cómo pudo descubrir en las plantas propiedades menos evidentes, como la presencia de estimulantes. La cafeína y otros afines han sido encontrados en el café, kava y cola en Africa; en el cacao, yoco, guaraná, mate y otros en América; en el té en Asia. Estas especies son muy distintas y su domesticación se hizo por tribus primitivas que no tenían ninguna relación cultural. Es también asombroso observar en comunidades muy atrasadas, en el Amazonas por ejemplo, la aplicación de ciertas especies en medicina, o en venenos como el curare, cuya utilización requiere una alta habilidad intelectual y larga experiencia.

Riqueza en especies

El segundo factor es la riqueza en especies que puede ofrecer una región al hombre primitivo. Es decir que teóricamente, donde hay un mayor número de especies silvestres, es donde el hombre pudo domesticar un número más alto. Los trópicos son las áreas más ricas en especies vegetales, y en ellas el estudio de la domesticación puede aclarar este punto.

Las mayores concentraciones de especies de plantas superiores, ANTOFITAS, se hallan en la llanura amazónica; la cuenca del Congo; las selvas del sureste de Asia; las grandes islas de Oceanía y las zonas montañosas de los Andes. Según el concepto citado, en esas áreas se originaría el mayor número de plantas cultivadas.

Para establecer la correlación entre el número total de especies nativas y domesticadas, se podrían considerar, en los trópicos de América, los dos casos más notables.

Las cordilleras de los trópicos america-

nos contienen un alto número de especies de ANTOFITAS. En Colombia existen cerca de 25.000 especies y en Costa Rica más de 7.000; en este último país hay más ANTOFITAS que en toda Europa o Norte América. Sin embargo sólo se conocen cuatro especies cultivadas posiblemente originarias de Colombia, y sólo una de Costa Rica.

La llanura amazónica es otra de las áreas más ricas en ANTOFITAS; su número total aún no se conoce, pero evidentemente pasa de 20.000 especies. Sin embargo, sólo pueden considerarse unas 20 especies útiles como originarias de esa región. Muchas de ellas son frutales cuyo estado de domesticación es aún incipiente. Un caso análogo ocurre en el sureste de Asia y Malasia, en que el número total de especies es mayor de 25.000 y el número de plantas domesticadas es muy reducido, y se compone también en su mayoría por frutales en una etapa muy atrasada de domesticación, pues lo único que se ha hecho es propagar por semilla tipos selváticos de buenas características.

ORDEN DE DOMESTICACION DE LAS PLANTAS

Es difícil determinar el orden histórico en que se domesticaron los distintos grupos de plantas cultivadas. Para establecer ese orden se cuenta en primer término con los hallazgos arqueológicos, y en este campo hay continuamente nuevos descubrimientos que cambian a menudo los conceptos establecidos. Es posible que en los trópicos el color, gusto y aroma de los frutos atrajera primero la atención del hombre neolítico. Después del descubrimiento del fuego y su uso en la preparación de alimentos, seguirían las raíces carnosas, tubérculos y bulbos, que proveen comidas de preparación sencilla. Las hojas jóvenes y otras partes tiernas de las plantas han sido siempre aprovechadas por los pueblos primitivos; en Malasia se utilizan con ese objeto unas 300 especies y unas 100 en Africa, pero en

América esa utilización es muy reducida.

En las zonas templadas los cereales: cebada, trigo, millos, fueron probablemente las primeras plantas domesticadas, seguidas por las leguminosas de grano y las oleaginosas. La utilización de las plantas fibrosas es muy antigua, contemporánea en ciertas regiones con las primeras plantas alimenticias. Igual ocurre con las tintóreas y medicinales. Es posible también que se atribuyeran propiedades mágicas a ciertas especies, y que muy primitivamente se conocieron los estimulantes, narcóticos y venenos de origen vegetal. Es necesario indicar aquí que una planta pudo domesticarse por diversos usos, y que el uso principal pasó con frecuencia a ser secundario. El lino, por ejemplo, pudo domesticarse originalmente

como oleaginosa, pero luego se utilizó por su fibra.

Las plantas de propagación clonal o vegetativa, por la rapidez de su producción,

se utilizaron desde los comienzos de la agricultura. El alto número de clones de yuca, tubérculos andinos, caña de azúcar, bananos, taros, y otros, son una prueba de su larga domesticación.

ETAPAS EN LA DOMESTICACION DE LAS PLANTAS

El proceso de domesticación, que se inició con el aprovechamiento casual de los frutos del bosque, ha determinado que en la agricultura moderna, algunos de los principales cultivos, como el maíz, dependen tanto del hombre, que posiblemente desaparecerían si éste no los mantuviera.

La etapa más rudimentaria es la simple SELECCIÓN DE MATERIALES SILVESTRES. Este paso que constituyó el inicio de la agricultura en el Neolítico, se practica aún en algunas áreas de los trópicos. En Malaya, ciertas tribus primitivas dependen para su alimentación de tubérculos de *Dioscorea* silvestres, y las explotan tan intensamente en un área, que no dejan en el suelo ningún tubérculo para la propagación posterior de esas plantas. Tan pronto agotan un sitio del bosque se mueven a otro, y las hambrunas son frecuentes. Formas similares de explotar el bosque o la sabana son corrientes en otras tribus primitivas en los trópicos, y apenas difieren del uso que hacen de las plantas los animales silvestres.

La etapa siguiente es el desarrollo de la AGRICULTURA INCIPIENTE, en que el hombre planta las semillas que recoge en el bosque, y las mantiene por propagación vegetativa o sexual. Este proceso se guía a veces por una selección rudimentaria. Como el hombre primitivo no tenía idea de la función del polen en la fertilización, debió aplicar sus técnicas de mejoramiento sólo al pariente maternal. Sin embargo, la evidencia arqueológica prueba que en ciertas culturas logró progresos considerables.

En las condiciones primitivas de la agricultura el hombre no puede arriesgarse a depender de una variedad ni aún de una

especie para su supervivencia. Por eso en la agricultura incipiente no existen los cultivos uniformes; se siembran juntas numerosas especies o mezclas de variedades de la misma especie. En una huerta en los Andes, por ejemplo, se pueden contar hasta 10 especies herbáceas diferentes, que dan granos, tubérculos o frutas, interplantadas o aisladas, que ocupan un área muy reducida. En las áreas tropicales se siembran juntas tanto especies perennes como anuales. Las huertas de los negros en los países del Caribe contienen en un espacio reducido aki, cocos, cacao, caña de azúcar, yuca, ñames. Existe también la tendencia en la agricultura primitiva de plantar mezclas de variedades de una misma especie. Por ejemplo, una muestra obtenida en los Andes de Perú estaba compuesta por 22 variedades de frijol, que se sembraban en un campo de 5.000 m². Las variedades tenían muy diferente hábito de crecimiento, período de maduración, tipo de semilla, y resistencia a enfermedades y pestes.

Finalmente en la AGRICULTURA AVANZADA el hombre tiende a desarrollar nuevos tipos de plantas, de más alto rendimiento o calidad, aplicando al inicio principios empíricos y luego postulados genéticos. Así amplía los materiales originales, y los adapta a nuevos ambientes. Por otra parte cambia el habitat natural, y libra a las plantas cultivadas de la competencia natural; les supe agua y nutrimentos en exceso a las necesidades naturales, y las protege de sus enemigos. En esa forma altera las condiciones de la naturaleza, y al crear nuevas variedades y nuevos ambientes, logra establecer el proceso di-

námico de la agricultura moderna. La domesticación de nuevas plantas es un proceso continuo; en ornamentales y forraje-

ras, muchas especies desconocidas en cultivo hace pocos años, se adaptaron y propagaron con gran rapidez.

MALEZAS Y PLANTAS DOMESTICADAS

El hombre neolítico, cazador o pescador, estableció sus viviendas en campos abiertos, en los claros de los bosques o de las estepas. Alrededor de esos campamentos primitivos se acumulaban los restos de comida, tanto de origen animal como vegetal, formando basurales que ofrecían a las plantas que requieren luz y alta fertilidad del suelo, un ambiente óptimo para su desarrollo. Es digno de hacer notar que la mayoría de las plantas cultivadas requieren espacios abiertos y luz abundante. Algunas de esas plantas que crecían como malezas en esos medios, como las calabazas, frijoles y gramíneas, llamaron la atención del hombre primitivo quien aprovechó sus partes comestibles. Estas especies seguían al hombre en sus colonizaciones hasta que éste llegó a conocerlas mejor y a establecerlas en un cultivo incipiente.

La diferencia entre plantas cultivadas y malezas no era muy clara en la agricultura primitiva. Pero conforme pasaron los siglos, ciertas especies se impusieron tanto por haber sido favorecidas por factores de selección natural, como por la selección intencional hecha por el hombre.

También ocurrieron cambios en la utilización de una planta. En el caso de los amarantos es difícil señalar si su uso primitivo fue como alimento, adorno, tinte, o planta mágica. El cáñamo pudo utilizarse primero por sus hojas, que contienen principios alucinógenos, por la fibra o las semillas. Hay indicaciones de que *Hevea brasiliensis* se utilizó primero por sus semillas comestibles y luego por el látex. Es posible que el cacao y el café se utilizaran primero como masticatorios por las sustancias dulces que rodean las semillas, y que los principios estimulantes de éstas, descubiertos por casualidad, cambiaran radicalmente su uso.

Cultivos primarios y secundarios

En las condiciones primitivas de un cultivo pueden aparecer como malezas ciertas especies que más adelante resultan beneficiosas para el hombre, al extremo de que éste las siembre en reemplazo del cultivo original. Vavilov llamó "cultivos primarios" a los originales, y "cultivos secundarios" a los derivados de las malezas que crecían entre los primeros.

Vavilov sostiene que el centeno cultivado es secundario, y se deriva del centeno silvestre que crecía como maleza en los cultivos de trigo y cebada de invierno en el suroeste de Asia. En Afganistán encontró que el trigo era el cultivo más común en las llanuras y que el centeno aparecía apenas como maleza. Pero conforme se asciende por las montañas el centeno maleza se hace tan común que los agricultores barren las semillas del suelo. Ya a elevaciones mayores, el centeno se impone sobre el trigo y los campesinos lo siembran como cultivo principal.

En la distribución latitudinal Vavilov observó una tendencia semejante. Conforme se avanza hacia el Norte en Europa o Asia, partiendo del área del cultivo del trigo, éste va siendo reemplazado por el centeno, más resistente al frío, a las heladas y a ciertas condiciones del suelo.

Importancia de las malezas en la evolución de los cultivos

Las malezas no se limitan a competir fisiológicamente con las plantas cultivadas y a reemplazarlas como se indicó antes. También se hibridizan con las especies cultivadas, produciendo nuevos tipos de plantas. Uno de los casos más intere-

santes se refiere al origen del trigo. Los trigos pertenecen a tres series:

1. Diploides, AA, entre los cuales se encuentran dos especies silvestres, *Triticum thaoudar* y *T. aegilopoides*. De esta última especie se deriva un trigo cultivado, considerado como primitivo, la escanda, *T. monococcum*.

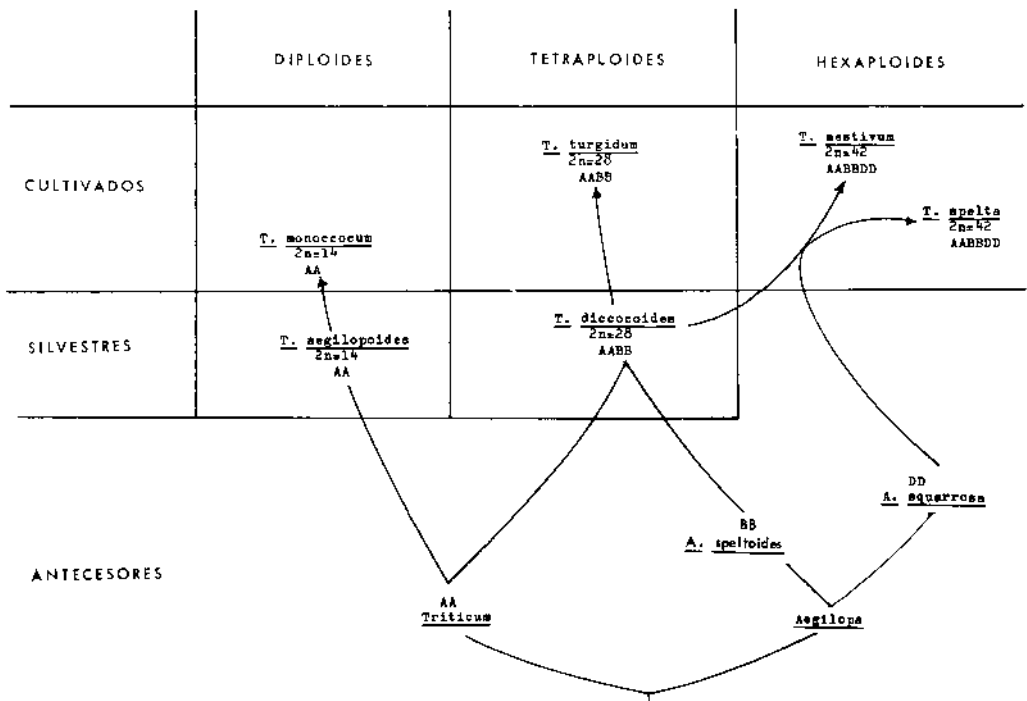
2. Tetraploides, AABB, se conocen silvestres: *T. araraticum* y *T. dicoccoides*. Del primero parece derivarse una especie de cultivo rudimentario *T. timopheevi*, mientras que del segundo se cree que se deriva una especie cultivada, *T. dicoccum*, llamado emmer, uno de los trigos de mazorrones.

3. Hexaploides, AABBDD, entre los que están los trigos de pan modernos, de gran cultivo.

La proveniencia de los dos genomios BB y DD de estos últimos, es un problema que fue resuelto mediante estudios citológicos

y genéticos. Es posible que trigos primitivos diploides AA, como la escanda, se cruzaran con malezas del género *Aegilops*, posiblemente con *A. speltoides*, que aportó el genomio BB, y que de ese cruce se deriven los trigos persas y el emmer. Estas hibridaciones pudieron ocurrir antes o durante el Neolítico. Más adelante, quizás en la Edad del Bronce, un tercer genomio, DD, se agregó por hibridación a los trigos diploides. Este genomio procedía de otra gramínea maleza, *Aegilops squarrosa*, y de esta segunda hibridación descienden los trigos modernos de pan.

Otro ejemplo, no menos notable, es el efecto que se atribuye a una maleza del género *Tripsacum*, en la formación del maíz moderno. Según esa hipótesis, genes de esta maleza incorporaron cambios morfológicos de gran importancia, como la forma larga y cónica de la mazorca; granos en filas rectas y otros caracteres, que cambiaron radicalmente la forma primitiva del maíz.



REFERENCIAS

- ANDERSON, E. *Plants, man and life*. Boston, Little, Brown, 1952. 245 p.
- — —. The evolution of domestication. In Tax, S., ed. *The evolution of man*. Chicago, The University of Chicago Press, 1960. Vol. 2, pp. 67-89.
- BURKILL, I. H. Habits of man and the origin of cultivated plants. *Proceedings of the Linnean Society of London (Botany) Session 164:12-42*. 1953.
- DARLINGTON, C. D. *Chromosome botany and the origins of cultivated plants*. 2nd ed. London, Allen & Unwin, 1963. 231 p.
- GUYOT, L. *Histoire des plantes cultivées*. Paris, Colin, 1963. 214 p.
- HARLAN, J. R. Crops, weeds, and revolution. *Scientific monthly* 80(5):299-303. 1955.
- HAUDRICOURT, A. G. y HEDIN, L. *L'homme et les plantes cultivées*. Paris, Gallimard, 1943. 233 p.
- HELBAEK, H. Domestication of food plants in the Old World. *Science* 130(3372):365-372. 1959.
- HUTCHINSON, J. y MELVILLE, R. *The story of plants and their uses to man*. London, Gawthorn, 1948. 334 p.
- SAUER, C. O. *Agricultural origins and dispersals*. New York, American Geographical Society, 1952. 110 p.
- VAVILOV, N. I. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants; selected writings. Translated by K. S. Chester. *Chronica Botanica* 13(1-6):1-364. 1951.
- WHYTE, R. O. Evolución y adaptación de plantas cultivadas. *Span* 6(1):6-10. 1963.

FUERZAS QUE DETERMINAN LA VARIACION EN PLANTAS CULTIVADAS

3

La variación en las plantas cultivadas se debe en primer lugar, a factores naturales: mutación, poliploidia, hibridación, selección natural; en segundo lugar, a la acción del hombre. A menudo uno o más factores naturales actúan conjuntamente; en la acción del hombre entran tanto la repetición de ciertos procesos naturales, como la hibridación o las mutaciones, como los factores humanos. Así el hombre primitivo toma una planta beneficiosa para él, mutante o híbrida, la somete a un

mejoramiento empírico, y al extender su cultivo la pone en contacto con otras plantas y otros ambientes. Pueden formarse así nuevos híbridos o mutaciones que transforman el material original. El hombre moderno tiene a su disposición las normas resultantes de trabajos genéticos, y nuevos métodos o instrumentos que le permiten alcanzar niveles más altos de selección. En este sentido puede decirse que la domesticación de las plantas es un proceso activo, que no se termina nunca.

MUTACIONES

La fuerza fundamental en la evolución de las plantas cultivadas o silvestres son las mutaciones. Estas son cambios en la estructura o en el número de cromosomas, capaces de inducir procesos que lleven a cambiar la forma, estructura y crecimiento de una planta. Estas nuevas plantas llegan a diferir en grado más o menos notable de la población original, y son capaces de transmitir a su descendencia los cambios ocurridos en ellas. Por ejemplo, la población normal de café arábico tiene frutos rojos en la madurez, pero de vez en cuando aparece una planta con

frutos amarillos, cuyas semillas dan sólo plantas con frutos amarillos (Fig. 3.1A). Este primer tipo de mutación se llama génica o "de punto", pues se asume que ha ocurrido un cambio en una sección diminuta de un cromosoma (gene), la cual determina los procesos de la coloración del fruto al madurar. En este caso sólo se afecta un carácter, el color del pericarpio.

Hay otras mutaciones génicas que afectan más de un carácter y se llaman mutaciones pleiotrópicas. Así el 'Maragogipe' (Fig. 3.1 B) difiere de la población

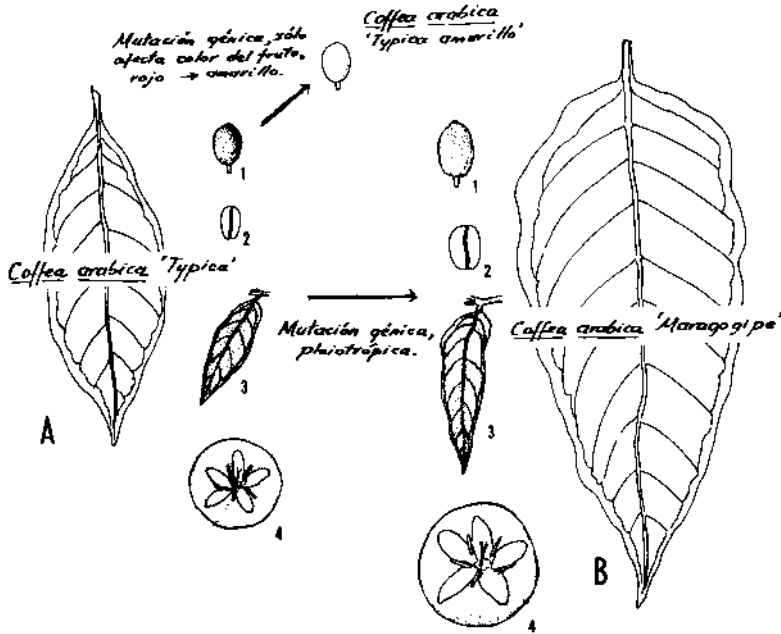


Fig 3.1. Mutaciones en *Coffea arabica*. A, 'Typica' de frutos rojos y su variante, 'Typica amarilla', de frutos amarillos, debido a un cambio génico que sólo afecta al color del pericarpio. B, 'Maragogipe', variante debida también a un sólo cambio génico pero de expresión pleiotrópica, que afecta entre otros caracteres el tamaño y forma de hojas y frutos.

normal en su mayor tamaño; en la ramificación más espaciada; en tener hojas más grandes y de forma diferente; en los frutos mayores y menos numerosos.

Un segundo grupo de mutaciones se origina de cambios, no en un punto del cromosoma, sino en sectores completos. Estos son de escaso interés para el análisis presente.

En cambio el tercer tipo de mutación, que consiste en doblar o multiplicar el número de cromosomas, llamado poliploidía, es de tal importancia en las plantas cultivadas que merece tratarse por aparte. También puede ocurrir un cuarto caso, la pérdida o adición de un cromosoma al número normal; este cambio es de poco interés en las plantas cultivadas.

La importancia de las mutaciones como origen de plantas cultivadas debe ser examinada en función de la frecuencia de mutaciones útiles. Estas son relativamente escasas; en el café arábico, se conocen más de 30 mutantes, de las cuales sólo 5 tienen importancia económica. Las mutaciones génicas que no representan grandes cambios, pero implican aumento en los rendimientos o contenido de diferen-

tes sustancias útiles, son las que el hombre ha aprovechado más para el mejoramiento de los cultivos. Un caso histórico de interés, lo presenta la remolacha azucarera. Para obtener un aprovisionamiento local de azúcar en Europa, el mejorador de plantas francés Vilmorin, tomó como base una remolacha forrajera con poco más del 6 por ciento de azúcar. Escogió los tipos de mayor contenido en azúcar por muchas generaciones; hizo una selección paulatina y de esa manera llegó a obtener una planta nueva, la remolacha azucarera, con 10 a 20 por ciento de azúcar. Por un proceso similar se ha conseguido en Estados Unidos, elevar en unas 50 generaciones, el contenido de proteína en el grano de maíz, del 4 al 15 por ciento.

Mutaciones somáticas

Un factor de variación de especial importancia en las plantas cultivadas, son las mutaciones somáticas. Estas se presentan como cambios bruscos en la estructura de una célula o de un grupo de células, y llegan a formar un órgano o

parte de éste diferente del resto de la planta en que crecen (Fig. 3.2 A).

La mutación somática se inicia en una yema vegetativa, y puede afectar a ésta en todos sus tejidos o sólo en los externos. En el segundo caso, las capas externas son de una constitución y el núcleo de estructura idéntica a la planta original. Una vez que se establece la mutación somática puede propagarse vegetativamente, y el clon resultante es idéntico a la yema afectada. Dentro de esa descendencia se pueden presentar después nuevos cambios somáticos.

El origen de la naranja 'Washington Navel' o 'Bahía', puede servir de ejemplo de una mutación somática que ha resultado muy útil. En un árbol normal apareció una rama cuyas frutas no contenían semillas; propagada vegetativamente esa rama dio origen al cultivar tan conocido. Dentro del clon, formado por muchos miles de árboles descendientes del árbol original de Bahía, ya se presentan grupos con diferentes características, lo que induce a pensar que en él han ocurrido nuevas mutaciones. En el género *Citrus* es frecuente la presencia de mutaciones de rama. Es posible que así se originara la "grapefruit", que debió aparecer en árboles de pumelo en Jamaica, a comienzos del siglo pasado. Hoy se tiende a considerar a esas dos entidades como especies distintas, pero el origen de la "grapefruit" no puede explicarse actualmente en otra forma.

Ciertas mutaciones somáticas, llamadas quimeras, se presentan en tubérculos, injertos o yemas vegetativas de ramas. Pueden ser de dos clases: cuando sólo se ha afectado en el cambio uniformemente a los tejidos externos, se llaman quimeras periclinales. Estas son las más comunes, y se ha asumido, por ejemplo, que la mayoría de los cultivares de papas pueden atribuirse a ese origen. Si en una planta de papa de tubérculos blancos aparece uno de color rojo, la planta que se desarrolla de ese tubérculo dará sólo tubérculos rojos, si los tejidos afectados por este cam-

bio son únicamente los externos. Esto se puede probar en dos formas:

1. por remoción de los tejidos externos en una yema del tubérculo rojo, que al crecer, dará una planta que sólo tendrá tubérculos blancos;

2. si se siembra la verdadera semilla, se obtendrán plantas de tubérculos blancos. Así se comprobó que la papa 'Red Warba', de tubérculos rojos, es una quimera periclinal de 'Warba', de tubérculos castaños. La papa 'Golden Wonder' de cáscara rugosa y oscura, se originó como una quimera periclinal de 'Long Worthy', un cultivar de cáscara lisa y clara.

Los cambios ocurridos en los tejidos externos pueden ser de profundidad variable, es decir, pueden afectar una o varias capas de células. En el caso de frutas se ha comprobado que en ciertos tipos tetraploides, como en las peras 'Fertility', las capas externas son diploides y el cuerpo central tetraploide.

El segundo tipo se presenta cuando sólo una sección externa del órgano ha sufrido cambios. Esta clase de quimera se llama mericlinal. Una forma corriente de éstas, muy importante en plantas cultivadas, es la llamada sectorial, en que toda una zona o banda cambia de estructura. Es frecuente en ciertas frutas, sobre cuyo color de fondo, amarillo por ejemplo, aparece un sector rojo. En un caso por lo menos, se ha encontrado que el cambio de color es profundo y ha afectado aún las semillas: en un tomate normal apareció un fruto con un sector amarillo, cuyas semillas produjeron plantas de frutos amarillos, mientras que las del resto dieron plantas de frutos rojos (Fig. 3.2 B).

Otras quimeras mericlinales típicas son cambios que afectan áreas pequeñas. En las papas, por ejemplo, pueden ser puntos o manchas rojizas sobre un fondo claro. En algunos casos las áreas descoloridas,

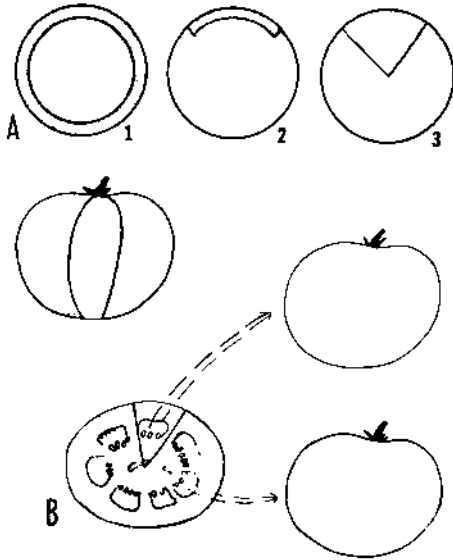


Fig. 3.2. Tipos de quimeras, A: 1, periclinal; 2, mericlinal; 3, sectorial. Las áreas oscuras son las que han cambiado. B, quimera sectorial en tomate rojo, en que aparece un sector de color amarillo, cuyas semillas produjeron tomates amarillos.

por carencia de clorofila, dan lugar a las formas variegadas. Una de estas quimeras en las hojas del geranio (*Pelargonium*), ha sido muy bien estudiada; consiste en capas de tejidos blancos o verdes, que a menudo se invierten, o sea, que las áreas verdes son a veces profundas y otras superficiales. Lo mismo ocurre con las áreas blancas, y eso da un aspecto marmóreo a la superficie de la hoja.

En las manzanas se presentan quimeras de los dos tipos y sus intermedios. En el cultivar 'Cox Orange', las formas originales tienen frutos de fondo amarillo y manchas rojas; pero existen árboles que dan frutos amarillos con sectores rojos, o frutos completamente rojos.

Las quimeras más notables son las que afectan el color, pero se conocen otras que cambian la forma de los frutos, la presencia o ausencia de semillas, el rendimiento y otros caracteres agrícolas de importancia. En las plantas ornamentales las quimeras son una fuente constante de nuevas formas. Muchas de éstas, como las

albinas y variegadas, tendrían escasas posibilidades de sobrevivir fuera de cultivo.

En las plantas tropicales las mutaciones somáticas son de especial importancia. A ellas se puede atribuir la gran variación en clones de caña de azúcar, aráceas comestibles, bananos y yuca, derivados de mutaciones de yemas. Por ese proceso se han obtenido no sólo variedades de alto rendimiento, sino de diferentes grados de resistencia a parásitos y condiciones de ambiente.

Los factores naturales que originan las quimeras no se conocen. Se sabe que las quimeras son más frecuentes en híbridos y poliploides, y se asume que entre más antiguo es un clon más variedades somáticas presenta. Muchas de esas variaciones han aparecido en épocas históricas, como la naranja 'Bizarria', que se descubrió en Italia hace 250 años, y cuyos frutos parecen estar formados por un núcleo de toronja con los tejidos externos de naranja agria. La superficie de estas frutas tiene sectores lisos que alternan con otros muy ásperos.

El conocimiento de las mutaciones somáticas se intensificó con los híbridos de injerto, los cuales se forman injertando una rama de una especie en un tallo de otra; por ejemplo, una ramita de hierba mora, *Solanum nigrum*, en un tallo de tomate. Una vez que se ha soldado el injerto se corta a nivel de pega, lo cual induce la formación de yemas que darán ramillas de una u otra especie. Sin embargo a menudo hay yemas anormales, que al desarrollarse forman ramas con un lado de hierba mora y otro de tomate.

Es necesario indicar que algunos efectos de virus se parecen mucho a las mutaciones somáticas. Las formas variegadas, en que existen áreas verdes, blancas e intermedias, pueden deberse a mutaciones somáticas o a virus. Igual cosa sucede con la aparición de manchas de diferentes colores en las flores de muchas especies ornamentales.

POLIPLOIDIA

En una especie todos sus individuos normales tienen el mismo número de cromosomas en todas las células somáticas. En el cacao, las células normales de los tejidos somáticos, tienen siempre 20 cromosomas. De ellos, 10 son aportados en la fecundación por el tubo polínico, y los otros 10 por la ovocélula. El número básico de cromosomas, designado por x , es en este caso el número haploide o n , o sea el contribuido por cada gameta, 10 en el caso del cacao. Por lo común se da para una especie, cultivar o género el número diploide, $2n$, o sea el número de cromosomas de las células somáticas o no reproductivas. En el ejemplo del cacao, $2n = 20$.

Puede ocurrir en un género que todas sus especies tengan el mismo número básico. En *Theobroma*, además de *T. cacao*, se han hecho recuentos en cupuassú, *T. grandiflorum*; pataste, *T. bicolor*, y otras especies, y todas muestran $n=10$. Sin embargo en un género, un grupo de especies puede tener un número básico diferente. Así en el género *Musa*, el abacá, *M. textilis*, pertenece a un grupo de $n=10$ y los bananos comestibles, *M. acuminata*, al grupo de $n=11$.

En las familias hay casos en que todos los géneros y especies tienen el mismo número básico, como en las Rutáceas y Mirtáceas, pero eso es excepcional. En otras, como las Gramíneas, hay grupos de tribus y géneros con el mismo número básico.

Heteroploides

Los casos citados reflejan lo que podría considerarse como situaciones normales. Existen, sin embargo, dos casos diferentes: Primero, cuando una especie contiene más de dos componentes haploides o genomios. Este fenómeno, llamado poliploidia, será descrito detalladamente. Segundo, cuando un individuo tiene un cromosoma más, $2n + 1$, trisomía, o uno menos, $2n - 1$, monosomía. En el café arábico, que tiene 44

cromosomas, se conocen individuos monosómicos, con 43 cromosomas, que presentan características morfológicas y de reproducción diferentes a los tipos normales.

Poliploides

La presencia en individuos o especies de $3n$ o sea, 3 veces el número básico, se denomina *triploidia* ($3n$); de 4, *tetraploidia* ($4n$); de 6, *hexaploidia* ($6n$); de 8 *octoploidia* ($8n$), etc. En casos excepcionales un individuo diploide puede presentar algunos tejidos poliploides.

Desde el inicio de los recuentos cromosomales se observó que numerosas plantas cultivadas son poliploides, incluyendo algunas de las más importantes.

Triploides

Varias especies de valor económico son triploides. Al contar sólo con tres genomios los procesos de división celular son irregulares, y por lo común los triploides no forman semillas fértiles. Este factor determina que las plantas triploides dependen para su propagación principalmente de medios vegetativos. Como se mencionó antes, por estos métodos no sólo se mantienen las características sino que a menudo resulta en una propagación más rápida. El caso más interesante de triploidia en las plantas cultivadas de los trópicos, se presenta en las especies comestibles del género *Musa*, de $n=11$. Los clones triploides con 33 cromosomas son estériles y de frutos partenocárpicos, por lo que son de gran valor comercial, muy superiores en calidad y tamaño a las especies diploides, cuyos frutos son más pequeños y contienen numerosas semillas.

Un triploide conocido en el género *Citrus* ($n=9$) es el limón agrio cultivar 'Tahiti', que tiene 27 cromosomas, el cual se deriva del cultivar común que tiene $2n=18$.

Los taros (*Colocasia*) son Aráceas de gran importancia en la alimentación de los habitantes de Oceanía y otras regiones tropicales. Dentro de la especie común, *C. esculenta*, de $n=14$, existen tipos diploides y triploides; entre estos últimos se encuentra el clon 'Gigante', de mayor tamaño, por lo cual se le cultiva ampliamente.

La caña de azúcar tiene 112 ó 148 cromosomas, el número básico para las Andropogóneas es de $n=10$; como se explicará más adelante su origen resultó de hibridación seguida por un doblamiento parcial de los cromosomas de una de las especies parentales.

Otras especies cultivadas poliploides son el tabaco, camote, maní, trigo, peral, vid, zarzamoras, y varias gramíneas pratenses.

Tetraploides

Algunos de los cultivares tropicales de mayor importancia son tetraploides. El café arábico tiene 44 cromosomas, siendo 11 el número básico para el género, pero otras especies cultivadas, como el 'Robusta', *C. canephora*, son diploides.

El algodón tiene especies diploides y tetraploides. En las últimas, originarias de América, se incluyen la mayoría de los cultivares comerciales.

En las papas cultivadas hay especies diploides con 24 cromosomas; triploides, con 36; tetraploides, con 48; pentaploides y aún hexaploides.

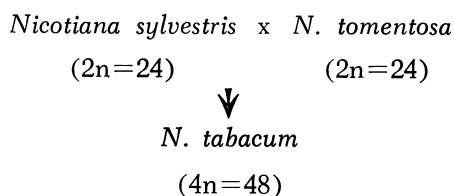
Las piñas cultivadas tienen 50, 75 ó 100 cromosomas; el número básico para el género es de 25.

Origen de los poliploides

El origen de los poliploides puede atribuirse a varios procesos:

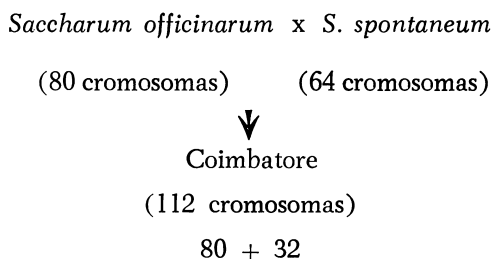
A. Duplicación del número original de cromosomas (autopoliploidia). La uva 'Moscatel Gigante' con 76 cromosomas, se originó de la duplicación de las 38 cromosomas que presenta la variedad 'Moscatel' corriente.

B. Duplicación de los genomios de las dos especies parentales después de su cruce (alopoliploidia). Un ejemplo conocido es el tabaco cultivado, que se originó del cruce de dos especies y del doblamiento del número de cromosomas del híbrido.



En el grupo de los aloplopoloides se hallan muchos de los cultivos principales, como el trigo, centeno, algodón y otros, en que se ha podido comprobar su naturaleza por síntesis entre especies diploides. Es posible que el café arábico sea también un aloplopoloide.

C. Duplicación del genomio originario de una sola especie después del cruce. En este caso una especie contribuye con un número reducido (haploide) como en los procesos normales de hibridación, y la otra especie parental contribuye con aporte doble (sin reducción). Por ejemplo, las llamadas cañas indias resultan del cruce con doblamiento parental de una de las dos especies.



D. Cruce de dos especies poliploides. Un ejemplo histórico es el origen de la fresa de los jardines. Este cultivar resultó de la hibridación entre dos especies de origen geográfico muy diferente, ambas poliploides, cuando se plantaron juntas en los jardines ingleses a mediados del siglo XIX.

somal o por el tamaño del polen, si las flores son poliploides. En caso afirmativo se fertilizan entre sí, y la generación resultante será un poliploide artificial.

Se pueden también afectar yemas vegetativas de plantas de propagación clonal y obtener sectores o ramas poliploides, que luego se propagan vegetativamente.

Estos métodos han permitido obtener centeno y nabos tetraploides, superiores en rendimiento a los diploides de que se originaron. Sin embargo los poliploides artificiales tienen muchas limitaciones, pues las plantas resultantes con frecuencia producen pocas o ninguna semilla, o tienen otros caracteres indeseables.

HIBRIDACION

El papel de la hibridación en la formación de plantas cultivadas puede apreciarse:

1. En la formación de alopoliploides, ya descrita, entre los que se encuentran algunos de los cultivos más importantes;
2. En la hibridación infraespecífica entre diploides;
3. En introgresión.

Hibridación infraespecífica

En las especies diploides en que no existen barreras al cruzamiento, la hibridación intervarietal representa una fuerza importante en la formación de nuevos cultivares. El cacao, *Theobroma cacao*, está compuesto por poblaciones muy diferentes, debido en parte al aislamiento geográfico, tanto que algunas de ellas se han descrito como especies distintas. Sin embargo, bajo cultivo esas poblaciones se cruzan entre sí y llegan a formar una serie continua de tipos, cuya delimitación a veces es muy difícil.

Un caso semejante se presenta en el café 'Robusta', *Coffea canephora*, que en su habitat natural presenta poblaciones de forma y características fisiológicas diferentes, y en el cual la falta de barreras de esterilidad ha permitido también la formación de toda una gama de tipos, cuando esas poblaciones entran en contacto directo.

En estos casos el hombre, al poner juntas variedades de diferente origen, facilita la hibridación y la formación de nuevos cultivares.

Introgresión

La introgresión es la hibridación entre dos especies seguida por cruces repetidos a uno de los padres, y la subsecuente selección de los retrocruces más adaptados. Conforme se repiten los retrocruces, se pierde la apariencia del híbrido y se asemeja más a uno de sus padres. Como esto puede suceder en muchos individuos al mismo tiempo y en distinto grado de intensidad de los cruces, el resultado final es un incremento notorio de la variabilidad. En este proceso el flujo de genes va especialmente de una especie parental hacia los híbridos y retrocruces, al extremo de que éstos resultan al final difíciles de distinguir de uno de sus padres originales. La introgresión parece ocurrir con más frecuencia en ambientes que el hombre ha transformado. Es entonces posible que en habitats muy cambiados, como debió ocurrir al principio de la agricultura o como ocurre aún en los países menos avanzados, plantas cultivadas de domesticación incipiente pueden cruzarse con sus parientes silvestres. Los híbridos al retrocruzarse con uno de los padres pueden formar tipos que se adaptan más a las nuevas condiciones.

Por introgresión se explica en parte la constitución de los maíces modernos, que se supone se han cruzado con *Tripsacum*, un género afín, y luego retrocruzado a una de las especies parentales. También la posible formación de los triploides de bananos, como cruces entre dos especies

del género *Musa*. En Africa, los cruzamientos entre sorgos cultivados y silvestres son bien conocidos. En este y otros casos la influencia de los sorgos malezas es muy importante, al aportar nuevos genes a los cultivares. En India ocurre lo contrario, pues en ese país las especies silvestres son muy pocas, y la fluencia de genes en los cruces parece estar dominada por los tipos cultivados.

En las áreas tropicales las comunidades agrícolas primitivas mantienen aislados sus cultivares alrededor de las viviendas. Al destruirse la selva, estos cultivares pueden hibridizarse entre sí o con tipos silvestres, y la introgresión puede operar en diferentes sentidos. Así se explica que especies en cultivo incipiente en la selva, como *Hevea brasiliensis* y *Guilielma gassipaes*, presenten una alta variabilidad.

SELECCION NATURAL

Los cambios que se producen por mutaciones o segregación (hibridación) en una especie cultivada, estarán sujetos luego a la acción de las fuerzas selectivas. Este proceso es el más importante de todos, pues determina la magnitud de la descendencia de los diferentes individuos de una especie o cultivar. Se le representa corrientemente como el resultado de la adaptación de un individuo al ambiente en que vive. En realidad es la producción por ese individuo de variantes que tengan mayor poder de supervivencia. Por ejemplo, la aplicación de DDT destruye la gran mayoría de las moscas, hasta que se presenta una variante de mayor resistencia, la cual podrá propagarse rápidamente en los sitios dejados por las destruidas. En este caso la especie en sí no crea resistencia, sino que dentro de ella aparecen variantes resistentes. La selección natural puede expresarse entonces como la diferencia que existe entre ciertos individuos como progenitores en dejar una descendencia numerosa, poca o nula, en relación con la población de que forman parte.

En las plantas cultivadas los factores de selección son los mismos que en las especies silvestres:

1. de orden ambiental: temperatura, luz, fotoperíodo, enfermedades, aridez del suelo, y muchos otros que por lo común actúan en conjunto;

2. características intrínsecas: capacidad de competencia, eficiencia de reproducción

y otros. La respuesta de un organismo a esos factores, se expresa en su grado de adaptación, y como se dijo antes, se mide por su supervivencia. En las plantas cultivadas hay que agregar a los factores naturales la acción del hombre, o sea, la selección cultural o artificial, que actúa conjuntamente con la primera y cuyos efectos son inseparables.

Existe muy poca información experimental sobre la acción de las fuerzas selectivas en las plantas cultivadas, y menos aún sobre la forma como operan esos factores. Esta clase de estudios requiere mucho tiempo, materiales y espacio. Un ejemplo simple fue una investigación hecha en Maryland (Estados Unidos), en la cual un potrero sembrado de mezcla de gramíneas y leguminosas, se dividió en dos partes con una cerca. Un lado del campo se destinó a pastoreo, el otro a producción de heno. Después de 3 años se transplantaron muestras de ambos lados a invernadero bajo condiciones uniformes. Se observó que en la muestra del lote pastoreado había una alta proporción de plantas bajas y compactas, mientras que en el lote dedicado a la producción de heno predominaban las plantas altas. Había variantes en el lote pastoreado que se mantenían bajas al principio, y por lo tanto recibían menos corte del ganado, pero al fructificar crecían rápidamente y alcanzaban una altura que les permitía una distribución eficiente de la semilla. También había variantes que permanecían ba-

jas durante todo el período, y se escapaban así del pastoreo intensivo.

El ejemplo anterior indica que la selección es un proceso relativamente rápido. Este ritmo de cambio se acelera en las plantas cultivadas por el alto número de individuos que las componen, la repetición de numerosas generaciones en períodos cortos, y la introducción a ambientes nuevos. Puede tenerse idea de la rapidez del proceso considerando otro ensayo hecho en pastos. En este caso se observó que en una población original que creció en un sitio de temperatura alta, bastaba una generación para eliminar las variantes no adaptadas a ella. Eso se comprobó sembrando una muestra de esa primera generación y otra de la población original en un sitio más frío, donde pudo observarse que el daño por temperaturas bajas era mucho mayor en la primera.

En plantas de cultivo intenso, como el maíz, la selección opera tan rápido que en pocas décadas se separan para una región cultivares de características muy diferentes en forma y crecimiento. Un tipo de buen rendimiento en un área al sembrarse en una región vecina, puede resultar de productividad muy baja. En Asia el maíz introducido hace poco más de 4 siglos, ha adquirido características de forma y crecimiento muy diferentes de los cultivares americanos.

El ejemplo más completo de cómo operan las fuerzas selectivas en una planta cultivada, fue un ensayo realizado en Estados Unidos, con 11 cultivares comerciales de cebada. Lotes uniformes de las 11 variedades se sembraron en 10 localidades distribuidas por todo el país. En cada localidad se recogía la cosecha, se mezclaba y se determinaba en 500 semillas cuantas correspondían a cada cultivar. El resto se guardaba para la siembra siguiente. El experimento duró de 4 a 12 años, según la localidad, y los resultados dieron una idea de los efectos de la selección natural, aunque no explica cómo opera ese proceso. Se determinó que:

1. un porcentaje muy alto de las semillas muestreadas en cada localidad pertenecían a un solo cultivar; ese cultivar no era forzosamente el que mostraba mayor rendimiento;
2. el cultivar predominante no era el mismo para todas las localidades;
3. los cultivares que prevalecían no eran los mismos en localidades de climas muy semejantes;
4. la tolerancia a las diferentes condiciones ambientales era muy amplia.

Se observaron anomalías muy interesantes: por ejemplo, que el cultivar **a** que predominaba fuertemente en la localidad **x** no aparecía en ninguna otra; que el cultivar **b** que predominaba en la localidad **y** aparecía en todas las otras. Un hecho interesante comprobado en otro experimento es que el grado de supervivencia de un cultivar varía mucho si se siembra junto con otros que si se planta en lotes uniformes.

Otro ejemplo clásico de cómo opera la selección natural es la interrelación entre el lino y las malezas del género *Camelina*, que en Rusia y Escandinavia ha sido objeto de estudios detallados. Estas investigaciones muestran que ciertas variantes de *Camelina* han llegado a parecerse tanto al lino, en su porte, distribución del follaje, hábitos de crecimiento, que pueden competir exitosamente con éste. En las características de las semillas es donde su adaptación ha llegado al extremo. Las semillas de *Camelina* no se abren fácilmente y dependen para su supervivencia de que se recojan junto con las del lino. Las *Camelina* han desarrollado variantes cuyas semillas pesan como las del lino, de modo que en la trilla mecánica no se pueden separar de éste, y aseguran en esa forma su propagación. Como el desarrollo de las máquinas trilladoras es moderno, esas variantes deben haber aparecido en época reciente y han prevalecido sobre el resto, que pudieran haber estado más adaptadas a otras condiciones del cultivo ya desaparecidas.

SELECCION CULTURAL

Los factores que actúan en la selección natural se complementan con la selección cultural o artificial, hecha por el hombre. El total de fuerzas selectivas resulta diferente en las plantas silvestres que en las cultivadas. En estas últimas al cambiar el hombre la planta y el habitat, modifica fundamentalmente la influencia de la selección natural.

1. En primer lugar se aumenta el número de individuos por la mayor área sembrada y la densidad de cultivo, lo que permite que haya más posibilidades de que se presenten mutaciones. El café arábico, en estado silvestre, vive en colonias aisladas de pocos individuos; compárese esa situación con una plantación en Brasil, formada por millones de árboles.

2. Las condiciones del cultivo implican un cambio radical de la forma en que crecía originalmente la especie. Es decir, el hombre no sólo incrementa su número sino que altera las condiciones del habitat. Cambia las condiciones de suelo y de microclima; protege a las plantas de la competencia de las malezas y del ataque de enfermedades y plagas; incrementa la cantidad de sustancias nutritivas y de agua, y somete a las plantas a prácticas que cambian radicalmente su forma natural.

3. El cultivo favorece la supervivencia de plantas que en condiciones naturales tendrían pocas posibilidades de sobrevivir; el maíz es el ejemplo más notable. Muchas de las mutaciones monstruosas, como la coliflor, o las formas fasciadas de *Amaranthus*, se han salvado de la extinción por la intervención del hombre. En los cereales las variantes cuyas semillas no se desprendían, se escogieron y propagaron por los agricultores primitivos y tuvieron así segura su supervivencia. En condiciones naturales ese carácter pudo ser más bien perjudicial, pues dichas plantas no competirían eficientemente con aquellas en que las semillas se desprendían naturalmente.

4. La acción más notable hecha por el hombre en las plantas cultivadas ha

sido moverlas a nuevos habitats. Este proceso está íntimamente relacionado con el desarrollo histórico de los pueblos, su expansión y decadencia. Ha producido transformaciones radicales en los cultivos, pues las plantas al moverse a nuevos habitats, incorporan por hibridación germoplasma nuevo, y las recombinaciones resultantes pueden superar los efectos de la selección natural o cultural. Las plantas cultivadas se transforman así, conforme a la antigüedad de su cultivo y a su amplitud geográfica, y llegan a ser tan diferentes de los tipos originales, que puede decirse que son creaciones del hombre. Tal es el caso del maíz, cuyo antecesor silvestre es muy difícil de imaginar; sin embargo en muchos cultivos, especialmente tropicales, la domesticación incipiente apenas si ha afectado a los materiales originales.

Introducción de plantas a nuevas áreas

La selección, natural y cultural, es responsable en gran parte del éxito que tiene un cultivo fuera de su área nativa. Los ejemplos de esta acción son muy abundantes en los trópicos. El café arábico, originario de Africa, es el principal artículo de exportación de los trópicos americanos, y es en este continente donde más se ha desarrollado la tecnología de su cultivo y beneficio. El jébe o caucho, *Hevea brasiliensis*, es un cultivo aún rudimentario en su habitat natural, la cuenca del Amazonas, pero constituye una explotación agrícola avanzada en Malaya. El cacao, originario de América, tiene su principal centro de producción en Africa Occidental. Son muchos los ejemplos similares y no se restringen sólo a las plantas tropicales.

Los factores que determinan que cierto cultivo prospere en un área nueva, son tanto biológicos como culturales. Entre los primeros se pueden considerar:

1. las especies cultivadas en su área de origen están sujetas al ataque de enemigos: hongos, insectos, virus, que evolucionan con ellas y se adaptan a las nuevas mutaciones;

2. en el habitat natural una especie se desarrolla en formaciones en que la competencia por luz, agua, sustancias nutritivas y otros, determinan un equilibrio más o menos estable, y no permite el desarrollo excesivo de ninguno de sus componentes;

3. las especies en su área de origen, debido a su distribución aislada, pueden estar en condiciones poco favorables para incrementar su variabilidad por hibridación.

Influencia del desarrollo cultural

Los factores culturales son muy importantes para determinar el éxito de un

cultivo en un ambiente nuevo. En primer término, por los aspectos económicos, que limitan o propician su expansión. En segundo lugar, por los avances tecnológicos, que permiten transformar la planta en sí, su ambiente y sus productos, adaptándola a las necesidades de un país o región.

Los fenómenos sociales: revoluciones, grandes movimientos de población, influyen en muy distintas formas en la selección cultural. Se ha dado el caso en América tropical de que en la desorganización que sigue a movimientos revolucionarios y sociales, desaparezcan las fuentes tradicionales de semillas, y los agricultores se ven forzados a sembrar las variedades que estén más a mano. Así han desaparecido cultivares bien conocidos, de cultivo antiguo e intensivo, los cuales son reemplazados en pocos años, en algunos casos por tipos inferiores.

REFERENCIAS

- BLAYDES, G. W. The romance of domesticated plants. Smithsonian Report for 1954:317-336. 1955.
- CRANE, M. B. y LAWRENCE, W. J. C. The genetics of garden plants. 4th ed. London, Macmillan, 1956. 301 p.
- DARLINGTON, C. D. Chromosome botany and the origins of cultivated plants. 2nd ed. London, Allen & Unwin, 1963. 231 p.
- DARWIN, C. The variation of animals and plants under domestication. 2nd rev. ed. New York, Appleton, 1894. 2 v.
- GUSTAFSSON, A. Mutations in agricultural plants. Hereditas 33:1-100. 1947.
- HAGBERG, A. y AKERBERG, E. Mutations and polyploidy in plant breeding. Stockholm, Svenska bokförlaget, 1961. 149 p.
- JONES, W. N. Quimeras vegetales e híbridos de injerto. Buenos Aires, Acme, 1946. 157 p.
- MANGELSDORF, P. C. Evolution under domestication. American Naturalist 96:65-77. 1952.
- SCHWANITZ, F. Selection and race formation in cultivated plants. In Cold Spring Harbord Symposia on Quantitative Biology. Cold Spring Harbord, L. I., New York, The Biological Laboratory, 1959. Vol. XXIV, pp. 107-114.
- STEBBINS, L. D. Variation and evolution in plants. New York, Columbia University Press, 1950. 643 p.
- STEPHENS, S. G. Species differentiation in relation to crop improvement. Crop Science 1(1):1-5. 1961.

ESTUDIOS SOBRE EL ORIGEN DE LAS PLANTAS CULTIVADAS

4

El primer estudio comprensivo sobre este tema fue la publicación de "L'origine des plantes cultivées", del botánico suizo **Alphonse de Candolle**, París, 1882. En este libro se resumen todos los conocimientos de la época sobre las relaciones botánicas, historia y pruebas arqueológicas y lingüísticas, que pudieran servir para determinar el área de origen de las plantas cultivadas. Mucha de esta información es de valor permanente, y la traducción inglesa fue reeditada recientemente (1960). De Candolle cuidó poco los aspectos referentes a variación y se mantuvo aparte de la corriente evolucionista de la época. Mantuvo el criterio simplista, que aún predomina en ciertos círculos, de que las especies cultivadas se derivan de especies silvestres que existen actualmente, y que sólo han sufrido modificaciones por el cultivo. Así la zanahoria cultivada sería la misma especie silvestre cuya raíz se engruesa por las condiciones del cultivo, pero que si se planta en el bosque retornaría a la forma original de raíces delgadas y no comestibles. De Candolle estableció en forma definitiva, las diferencias entre las grandes áreas de domesticación: el Viejo y el Nuevo Mundo.

Charles R. Darwin (1809 - 1882) publicó "Variation of animals and plants

under domestication", en 1868. En esta obra examinó toda la evidencia experimental o de observación recogida por jardineros, horticultores y criadores, y la que él acumuló en sus viajes y trabajos. Darwin sostiene que las especies cultivadas no pueden derivarse directamente de sus parientes silvestres; creyó que la domesticación intensificaba la variabilidad, lo que es aceptado, e infirió que bajo la domesticación había fuerzas especiales que determinaban dicha variabilidad.

Los estudios más notables y completos sobre el origen de las plantas cultivadas se deben a **N. I. Vavilov** (1886 - 1942) quien dirigió, para el Instituto de Fito-tecnia de Rusia, una serie de expediciones en que se colectaron materiales en Asia, Europa, Africa y América. Sus estudios cambiaron radicalmente los conceptos existentes, y dieron margen a su hipótesis de los centros de origen, la cual supone que las plantas cultivadas sólo se originan en áreas geográficas determinadas. Impulsó también los estudios sobre el papel de las malezas en la formación de los cultivos, y él y sus colaboradores, **S. M. Bukasov**, **S. W. Juzepczuk**, **V. I. Ivanov**, y otros, lograron hacer los estudios más profundos hasta la fecha sobre

la variación, origen y otras características de las plantas cultivadas.

Entre los científicos que han estudiado recientemente el mismo tema pueden citarse entre otros: E. Anderson (EUA); F. G. Brieger (Brasil); I. H. Burkill (Gran Bretaña); C. D. Darlington (Gran Bretaña); M. B. Crane (Gran Bretaña); J. R. Harlan (EUA); S. C. Harland (Gran Bretaña); C. B. Heiser (EUA); Sir J. Hutchinson (Gran Bretaña); P. C. Mangelsdorf (EUA); O. Ames (EUA); L. Parodi (Argentina); E. Schiemann (Alemania); F. Schwanitz (Alemania); P. M. Zhukowsky (Rusia).

Las hipótesis de Vavilov sobre los centros de origen

Vavilov y su escuela promovieron el estudio de las plantas cultivadas con tal amplitud y penetración que cambiaron radicalmente los conceptos existentes, creando una teoría que tuvo una influencia profunda en botánica, genética y mejoramiento de plantas. Con base en expediciones que recorrieron gran parte del mundo y recolectaron el material más abundante y completo, Vavilov estableció una serie de principios para determinar el área de origen de las plantas cultivadas. El criterio que usó y que llamó método fitogeográfico diferencial, fue expuesto por primera vez en 1926. Más tarde, en 1935, Vavilov introdujo numerosos cambios. Dicho método consiste en:

1. clasificar las plantas cultivadas por especies lineanas y en éstas los grupos genéticos que las componen, utilizando los datos que aporta la sistemática, morfología, genética, citología e inmunología;
2. localizar la distribución geográfica de estas especies en el pasado, en épocas en que las comunicaciones eran más difíciles;
3. establecer dentro de una especie la composición varietal por grupos hereditarios;
4. limitar las áreas geográficas de distribución de las variedades o cultivares

de una especie y señalar las regiones en que presentan más variación. La riqueza en concentración de variedades, particularmente de carácter endémico, sería indicación de su centro de origen;

5. confirmar o descartar tales centros mediante el estudio de la distribución de especies afines, silvestres o cultivadas;

6. determinar la distribución de los caracteres dominantes y recesivos;

7. confirmar las conclusiones fitogeográficas con los aportes de información arqueológica, histórica y lingüística.

Como corolario de las ideas anteriores Vavilov estableció ciertos principios:

a) existen regiones geográficas en las que de acuerdo con los principios anteriores, se concentra el origen de muchas especies cultivadas. Vavilov llamó a esas regiones "centros de origen", y en su primera publicación señaló 5 para el Viejo Mundo y 2 para el Nuevo Mundo. Luego en 1935, señaló 6 para el primero y 2, con 2 subcentros, para el segundo. Por último en 1940 indicó 19 grupos agroecológicos y geográficos sólo para el Viejo Mundo.

Según Vavilov para una especie o variedad el centro de origen se caracteriza por la riqueza en genes dominantes. Conforme se aleja del centro, los genes recesivos son más numerosos, hasta que por efecto del largo aislamiento llegan a formarse grupos de razas o variedades recesivas en la periferia, muy diferentes de los tipos originales. Muchos de los genes recesivos, que determinan tamaño o color de semillas, por ejemplo, son de mayor valor agrícola que sus dominantes correspondientes. Así los granos claros de trigo, o las papas blancas, serían debidos a genes recesivos en las áreas periféricas, mientras que en el centro de origen del trigo sus granos son oscuros y en el de papa los tubérculos de color púrpura. Vavilov en 1927, dijo "todo el proceso de la evolución geográfica puede ser considerado, esquemáticamente, como un proceso de variación en que los caracteres dominantes tienden a desaparecer. En la periferia de la difusión geográfica donde

hay más plantas cultivadas aisladas, pueden observarse, fundamentalmente, formas recesivas en el límite del área de dispersión. Fuerzas artificiales y algunas veces naturales, pueden naturalmente cambiar este cuadro”.

b) Hay “centros primarios de origen”, y “centros secundarios” de diversificación, en que por razones históricas o geográficas se halla una alta variación.

c) Los cultivos pueden ser “primarios” o “secundarios”. Estos últimos, conforme se explicó en un capítulo anterior, se derivan de malezas que vivían en los cultivos primarios.

d) Existen “series homólogas de variación”. Es decir que las diferentes especies presentan series de variación uniformes. Por ejemplo, en muy diferentes series se hallan tipos de hojas angostas; de ramas pendientes o erectas; de semillas grandes; de producción tempranera; de hojas bronceadas o rojas.

e) Existen “regularidades geográficas” en la variación de una especie. Así Vavilov señaló que en la región del Mediterráneo tanto los cereales como las leguminosas, eran de semillas más grandes que en Asia.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS CENTROS DE ORIGEN

Vavilov aplicando los criterios expuestos, determinó en 1936 los siguientes centros de origen (Fig. 4.1).

1. **China**, el más antiguo y extenso, abarca las montañas del Centro y Este de China, y las tierras bajas vecinas. Sería el centro de origen de los millos; caupí; trigo alforfón; bambúes; coles; ruibarbo; ajos; cebolla; frutales numerosos (albaricoques y ciruelas). En las áreas subtropicales: citrus; especias; litchi; persimon. Entre las oleaginosas, tung y algunos rábanos. Además cáñamo; té; alcanfor; ramio; etc.

Total, 136 especies.

2. **India**, incluyendo Burma y Asam, y excluyendo Punjab y la región norte: arroz; varias especies de frijoles; amarantos de grano; berenjena; pepinos; taro; ñames; mango; varios citrus; tamarindo; caña de azúcar (2 especies); ajonjolí; algodones arbóreos asiáticos; kenaf y rosella; pimienta, cardamomo; canela, etc.

Total, 117 especies.

a) **Indomalasia**, incluye Indochina y el archipiélago malayo: ñames; jengibre; árbol de pan y numerosos

frutales; coco; cañas de azúcar nobles; especias como nuez moscada y clavo de olor; abacá, etc.

Total, 55 especies.

3. **Asia Central**, incluye parte de India (Punjab), Afghanistan, y parte de U.R.S.S.: trigos; numerosas legumbres, como lentejas y guisantes; lino; zanahoria; ciertas especies de ajos y cebollas; espinaacas; entre los frutales, perales, manzanos, almendros, avellanos, etc.

Total, 42 especies.

4. **Cercano Oriente**, incluye Asia Menor, Transcaucasia, Irán: ciertas especies de trigo; cebada; centeno; avena; alfalfa y trébol y varias crucíferas oleíferas; melón; entre los frutales, granado, cerezo, castaño.

Total, 83 especies.

5. **Mediterráneo**, abarca desde España hasta Siria: ciertos trigos; avena; habas; tréboles, mostaza; olivo; remolacha; repollos; achicoria; ruda; ruibarbo; anís, etc.

Total, 84 especies.

6. **Etiopía**, algunas especies de trigos; millos; ajonjolí; café; okra.

Total, 38 especies.

7. **México y Centro América**: maní; frijoles; amaranto; cucúrbitas; camote; chiles; agaves; numerosos frutales como papaya, aguacate y zapotes; cacao; tabaco.

Total, 49 especies.

8. **Sur América**, incluye Ecuador, Perú, Bolivia: papas, tubérculos menores; quinoa; achira; arracacha; pepino; ajíes; coca; algodón; lúcuma y varias otras frutas.

Total, 45 especies.

a) **Chiloé, isla vecina al litoral chileno en el Sur**: papa, madia; fresa; etc.

Total, 4 especies.

b) **Brasil Paraguay**: yuca; maní; hevea; mate; varios frutales.

Total, 13 especies.

Vavilov reconocía que para ciertas especies importantes, como lino, lentejas, habas, sorgos, coles, ajonjolí, etc., podría haber varios centros de origen, unos primarios y otros secundarios. Para el ajonjolí, el centro básico sería Etiopía, (Nº 6), pero aparece también en Cercano Oriente (Nº 4), en India (Nº 2) y en China (Nº 1).

En sus últimas publicaciones (1940) Vavilov cambió mucho su enfoque original de los centros de origen. En primer lugar dio para el Viejo Mundo en lugar de sus 8 centros de origen un número mayor, 19 en total, de regiones más reducidas, que llamó grupos agroecológicos y geográficos. Enfatizó también la acción del hombre: "la evolución de las plantas cultivadas está conectada en tiempo y espacio con el papel del hombre en la selección y formación de plantas".

Estado actual de la teoría de los centros de origen

Los principios establecidos por Vavilov representaron un enfoque tan original y

MAPA Nº 1



Fig. 4.1. Centros de origen de las plantas cultivadas según Vavilov.

bien documentado, que no sufrieron mayores cambios por algún tiempo. Sus hipótesis afectaron profundamente los conceptos sobre plantas cultivadas tan importantes como el trigo, las papas, la cebada, y otros, y dieron origen a notables contribuciones teóricas y prácticas.

Sin embargo, en las últimas décadas algunos hombres de ciencia han mantenido planteamientos diferentes a los de Vavilov y su escuela. C. D. Darlington, I. H. Burkill, S. C. Harland, F. Schwanitz y J. R. Harlan, entre otros, han hecho aportes considerables al concepto de los centros de origen de las plantas cultivadas.

Una objeción primordial a las teorías de Vavilov fue expresada por Burkill, al señalar que están basadas en conceptos derivados del estudio de las plantas cultivadas en sí, sin tomar en cuenta la acción del hombre. En otras palabras, el enfoque moderno es preguntar si un área determinada en que existe una alta concentración de especies y variedades cultivadas es un centro de origen como lo suponía Vavilov, o de acumulación de genes hecho por el hombre, o de supervivencia de genes, debido a factores naturales o históricos.

Para contestar esas preguntas es necesario revisar ciertos conceptos sobre el origen y evolución de las plantas cultivadas.

1. Es posible que una planta haya aparecido en un área definida y se haya conservado en ella. Este pudiera ser el caso de ciertos alopoliploides, como el café arábico, el cual debió resultar de un cruce entre dos especies, probablemente desaparecidas y de un doblamiento cromosomal. Desde su origen pudo mantenerse en la misma área, hasta que el hombre moderno lo distribuyó ampliamente. En las plantas tropicales, cuya historia es corta, éste podría ser un caso muy frecuente.

2. Es posible que plantas que han estado asociadas al hombre por muchos siglos, se hayan originado como en el caso anterior, en un área determinada de la cual el hombre primitivo las tomó para

distribuir las ampliamente. Al hacerlo indujo cambios en el material original, por hibridación con otras especies o variedades que existieran fuera del área de origen; por la ocurrencia de nuevas mutaciones; por el cambio en la presión de selección, al liberarla de sus antiguos enemigos o someterla a nuevos; por introducción a habitats diferentes; por aislamiento u otros factores. El resultado sería que el tipo primitivo ha sido reemplazado por otros nuevos y aún pudiera haber desaparecido de su área de origen, siendo sustituido por las nuevas formas originadas fuera de esa área.

3. Una vez domesticada una planta estará sujeta a la selección cultural. Esta dependerá del grado de desarrollo agrícola del pueblo que la utiliza; de las preferencias por ciertas cualidades, como el tamaño y color de las semillas. Así se ha sugerido que las formas de semillas grandes en leguminosas comestibles que se hallan en los países mediterráneos, se deben a la selección dirigida hecha por los agricultores durante el Imperio Romano. Esas mismas especies en Asia, en cambio, tienen semillas más pequeñas.

4. Al extender el hombre ciertos cultivos a áreas nuevas ha incrementado su variabilidad. Esto ocurre especialmente en áreas montañosas, en que el cultivo tiene que adaptarse a condiciones ecológicas muy diferentes. Al final la especie o variedad introducida se divide en variedades o razas distintas. Hay además ciertas áreas especiales, en que aún bajo condiciones ecológicas uniformes, hay una tendencia a variar en los cultivos. Esto fue señalado para Asia Menor. En esta área no sólo los cultivos antiguos como el trigo, presentan una alta variabilidad, sino también las nuevas introducciones tienden a producir tan numerosas variantes que Vavilov sospechaba que esta área era el centro de origen de *Cucurbita pepo*. Sin embargo, hoy se sabe que esa especie es originaria de América, y fue introducida en Asia Menor después del siglo XV.

5. El grado de desarrollo y las normas agrícolas de un pueblo pueden determinar

la supervivencia o desaparición de los cultivares. En países montañosos, como Etiopía o Perú, donde las comunicaciones son difíciles, los agricultores tienden a mantener sus propias variedades y el número de éstas para el país o región, resulta proporcionalmente muy elevado. Por el contrario en áreas de producción avanzada como en Estados Unidos o Canadá, el número de variedades es reducido, por condiciones tanto ecológicas como humanas. La idea de Vavilov de que "las montañas son la cuna de la agricultura", aparece así bajo otro enfoque.

6. El fenómeno señalado por Vavilov de que en una planta cultivada los caracteres recesivos son poco frecuentes en el centro de origen y en cambio se manifiestan hacia la periferia, puede explicarse como un ejemplo del flujo genético. Esta fuerza que hace cambiar la frecuencia de los genes al azar, cuando opera en poblaciones reducidas, como los que ocurren en la periferia del área de expansión de una planta, puede contribuir a que ciertos genes recesivos se manifiesten mejor y se fijen en la descendencia. Esos mismos genes en una población mayor, como las que se presentan en los centros de origen, no se manifestarían tan notablemente pues estarían equilibrados por el alto número de fluctuaciones que se presentan en una población grande.

7. En las áreas donde la agricultura es muy antigua y el hombre está familiarizado con la alta variabilidad de las especies y sus usos diversos, es donde está en mejores condiciones de descubrir y aprovechar las plantas silvestres. Así los centros de Vavilov revelan que a la par de un gran número de cultivos que pudieran ser introducidos, hay siempre algunos de indudable origen local. En Abisinia, tan rica en variedades de cebada y ajonjolí, que Vavilov creía que era su centro de origen, hay plantas como café, ensete, guizotia, de indudable origen autóctono y domesticación más moderna.

En resumen, la teoría de los centros de origen de Vavilov, cada día es menos aceptable, aunque mucha de su metodolo-

gía sigue siendo útil. Esos "centros de origen" son en realidad los asentamientos de las civilizaciones más antiguas y estables: China, India, Medio Oriente, los países del Mediterráneo, en el Viejo Mundo; en América, México y Perú. A esas áreas convergían las plantas cultivadas, como los demás elementos de civilización, según se ampliaban los imperios, y se intercambiaban con los pueblos vencidos o aliados. Esas áreas incluían dentro de ellas muchas regiones pequeñas, de agricultura diversa, que pudieron operar como microcentros, en las cuales se originaron determinados cultivos. Como se indicó antes, en algunos microcentros la variabilidad puede ser muy alta, debido a factores naturales, en particular porque las poblaciones se hibridizan continuamente o por la alta frecuencia de mutaciones. A eso debe sumarse la acumulación artificial de genes, como resultado de los procesos de expansión de los imperios y de las prácticas agrícolas primitivas. (Compárense los mapas en las Figs. 4.1 a 4.3).

Como resultado del desarrollo histórico esas concentraciones de genes van cambiando con el tiempo. Darlington ha señalado que para los frutales de hueso, pudo estar en China primero; luego en Persia, unos 400 años antes de Cristo, en el Imperio Romano, 800 años después. Hoy día están en Europa Occidental y Estados Unidos. La concentración de cultivares de papas, que hasta el siglo XV estuvo en Sur América, está hoy en Holanda y en ciertas regiones de Estados Unidos.

Se ha considerado que los llamados "centros de origen" son las áreas a que hay que recurrir en busca de genes, para incorporar resistencia y otras características deseables. Aunque esto es válido en muchos casos, hay pruebas experimentales que indican que en otras áreas fuera de las llamadas de origen, existe una variabilidad muy valiosa para ese propósito.

Los centros de diversificación son más que áreas geográficas, procesos dinámicos en pleno cambio y evolución. Así como no puede decirse, sino en términos muy

generales, cuál es el área de origen de un cultivo, tampoco puede decirse con exac-

titud cuándo esa especie dejó de ser silvestre y pasó a ser cultivada.

MAPA Nº 2



Fig. 4.2. Los grandes imperios posteriores al Neolítico: 1, Mesopotamia; 2, India; 3, Egipto; 4, Cercano Oriente; 5, China; 6, Mediterráneo; 7, México; 8, Perú.

MAPA Nº 3



Fig. 4.3. Distribución de las especies vegetales (tomado de Wulff).

REFERENCIAS

- BRIEGER, F. C. Origem da agricultura e das plantas cultivadas americanas. Separata de Origens do Homen Americano. Sao Paulo, s. f. 11 p.
- CANDOLLE, C. A. DE. L'origine des plantes cultivées. Paris, Bailliere, 1883. 379 p.
- Aparece en inglés bajo el título "Origin of cultivated plants." New York, Hafner, 1959. 468 p.
- CRANE, M. B. The origin and behaviour of cultivated plants. In Huxley, J., ed. The new systematics. London, Oxford University Press, 1940. pp. 529-547.
- DARLINGTON, C. D. Chromosome botany and the origins of cultivated plants. 2nd ed. London, Allen & Unwin, 1963. 231 p.
- DUCKE, A. Plantas de cultura precolombina na Amazonia brasileira. Notas sobre as especies ou formas espontâneas que supostamente lhes teriam dado origen. Belem, Instituto do Norte, Boletim Técnico no 8. 1946. 24 p.
- HARLAN, J. R. Anatomy of gene centers. American Naturalist 85(821):97-103. 1951.
- . Distribution and utilization of natural variability in cultivated plants. In Genetics in plant breeding; Brookhaven Symposia in Biology, no. 9, held May 21-23, 1956. Upton, N. Y., Brookkhaven National Laboratory, 1956. pp. 191-208.
- . Geographic origin of plants useful to agriculture. In Hodgson, R. E., ed. Germ plasm resources; a symposium presented at the Chicago Meeting of the American Association for the Advancement of Science, 28-31 December, 1959. Washington, D. C., 1961. pp. 3-19. (American Association for the Advancement of Science. Publication no. 66).
- VAVILOV, N. I. Mexico and Central America as the principal centre of origin of cultivated plants in the New World. Bulletin of Genetics and Applied Botany (Leningrad) 26:135-199. 1931.
- . Los centros genético-geográficos de las plantas cultivadas. Revista de la Facultad de Agronomía (La Plata, Argentina) (3a. época) 22:66-94. 1937.
- . The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants; selected writings. Transl. from Russian. Waltham, Mass., Chronica Botanica, 1951. 364 p.
- . The new systematics of cultivated plants. In Huxley, J., ed. The new systematics. London, Oxford University Press, 1940. pp. 549-566.
- . Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas. Versión española por Felipe Freier. Buenos Aires, Acme, 1951. 185. p.

ORIGEN Y DESARROLLO HISTORICO DE LOS CULTIVOS TROPICALES

5

Fondo histórico de la agricultura americana

Para comprender el fondo histórico en que se desarrolló la agricultura en América, se cuenta con una serie de conclusiones provisionales derivadas de hallazgos arqueológicos. Estos son con frecuencia fortuitos, más completos y numerosos en las zonas áridas, de modo que aún no puede establecerse el cuadro total en forma satisfactoria. Los métodos de trabajo se mejoran continuamente; el uso de Carbono 14 para fijar la edad; la estratigrafía y el estudio de elementos culturales, como la cerámica, permiten obtener resultados cada vez más firmes y aceptables. Sin embargo, con frecuencia no existe uniformidad de criterio entre los especialistas en cuanto a la interpretación de datos y a la secuencia cronológica. Una tendencia que se hace cada vez más sólida, conforme a los nuevos descubrimientos arqueológicos, es la de establecer la existencia del hombre en América, y por lo tanto el desarrollo de su agricultura, en épocas cada vez más antiguas.

Los conceptos generales siguientes son los que admiten la mayoría de los especialistas.

EL HOMBRE NO ES ORIGINARIO DE AMÉRICA, llegó a ella por lo menos hace 20.000 años en una o más emigraciones procedentes de Asia, a través del estrecho de Bering, que durante los últimos períodos glaciales estaba cubierto por una masa que unía a Siberia con Alaska. Si en épocas posteriores llegaron otros grupos, es difícil de probar, y su influencia debió extenderse sólo a regiones pequeñas de Norte América.

NO EXISTE ACUERDO SOBRE LA ANTIGÜEDAD DEL HOMBRE EN AMÉRICA. Los 20.000 años citados se consideran por algunos especialistas como una edad mínima. La gran diversificación de tipos raciales; las complejidades de idiomas, y los descubrimientos de restos humanos de gran antigüedad en sitios muy separados en el continente, parecen indicar que el hombre vivía en América hace más de 30.000 años, aunque algunos especialistas opinan que su antigüedad es mucho mayor. El hombre vivía en Tierra del Fuego hace ya

10.000 años. Si se admite que entró por el estrecho de Bering debió tomar muchos siglos para extenderse al extremo opuesto del continente.

EL HOMBRE QUE VINO DE ASIA NO CONOCÍA LA AGRICULTURA. No trajo con él semillas de arroz, trigo, y otras plantas cultivadas asiáticas; ni prácticas de cultivo; ni animales domésticos, con la posible excepción del perro; ni instrumentos de trabajo. Era, como su contemporáneo de Europa, un cazador de los grandes mamíferos: mamuts, bisontes y carnívoros, que se hallaban en las regiones nórdicas de Asia y América. Es posible que también se alimentara de semillas, bulbos y hojas, y que practicara la pesca en costas y estuarios.

Cuándo y dónde se inició la agricultura en América, es un asunto de controversia. Pudo iniciarse en los lugares abiertos, cercanos a los ríos o costas, en que las plantas cultivadas primitivas, calabazas y frijoles, por ejemplo, tienen luz y espacio para crecer. O pudo ser en los claros de los bosques, en que ciertos frutales se reproducen y suministran alimento con poquísimos cuidados. Es muy posible que la agricultura americana fuera inventada en diferentes áreas y en distintas formas por grupos aislados, utilizando materiales silvestres muy diversos. Posteriormente esos grupos al entrar en contacto, intercambiarían sus plantas y establecerían la distribución continental de algunas especies. Ese substrato agrícola, a la llegada de los europeos, estaba formado por maíz, frijoles, calabazas, yuca y algunas otras especies. Existen pruebas de que existía maíz (¿en cultivo?) en la meseta central de México hace 10.000 años. Testimonios más completos, de la parte noreste de ese país, prueban que en la región de Tamaulipas, existía una agricultura incipiente 7.000 años antes de Cristo. Este es el testimonio más antiguo en el continente. Se cosechaban calabazas, chiles o ajíes, y frijoles. En otro sitio de la misma región entre 5.000 - 3.000 años A. C., se cultivaban frijoles.

Más adelante, entre 3.000 - 2.000 A. C., apareció el maíz primitivo; en esa época los materiales dejados por el hombre en las cuevas en que habitaba muestran que su alimentación consistía en un 75 por ciento de plantas silvestres, 15 por ciento de productos animales y 10 por ciento de plantas cultivadas. En el centro de México, las excavaciones en Tehuacán indican que se cultivaban frijoles hace 7.000 años, y en ese mismo período aparecen restos de maíz, quizás silvestre.

La verdadera agricultura americana, y su influencia en el desarrollo de comunidades avanzadas, fue muy afectada por el DESCUBRIMIENTO Y LA DISPERSIÓN DEL MAÍZ. Como se indicó antes existen pruebas de que había maíz en el centro de México hace unos 10.000 años, y que se cultivaban tipos muy primitivos hace 5.000 años en diferentes áreas de ese país. En Sur América los testimonios más antiguos de su cultivo (Huaca Prieta, en la costa peruana) sólo datan de 2.700 años. El maíz fue uno de los factores más importantes en el desarrollo de las poblaciones rurales, las villas, que serían más adelante el asiento de las grandes ciudades.

En América la domesticación del maíz fue hecha posteriormente a las leguminosas; las raíces y tubérculos así como varios frutales, representan desde el comienzo un papel muy importante. El hombre en América descubrió independientemente de sus parientes asiáticos el uso del algodón y de plantas tintóreas, así como de técnicas de riego y de conservación del suelo.

En conclusión, puede decirse que la agricultura americana es de desarrollo autóctono; que el hombre domesticó plantas naturales del continente; desarrolló la agricultura como base de la civilización y estableció en el período incipiente la domesticación de frijoles, calabazas, ajíes o chiles y maíz. Luego desarrolló el sistema de vivir en comunidades agrícolas o villas, que formaron la base de los grandes centros urbanos que hallaron los europeos a su llegada en el siglo XVI.

LAS PLANTAS CULTIVADAS DE ORIGEN AMERICANO

Para determinar si una especie cultivada es de origen americano se cuenta en primer lugar con los hallazgos arqueológicos. Consisten tanto en partes de la planta: semillas, frutos, hojas, raíces, polen, como en representaciones en cerámica, telas, metales, piedra, y otros materiales. Estos testimonios como se dijo al principio, son escasos y mal distribuidos, pero permiten tener una idea general de la antigüedad y dispersión de algunos cultivos. El valor de dichos testimonios cambia continuamente conforme se hacen nuevos descubrimientos.

En segundo lugar en las referencias de los naturalistas europeos que visitaron América en las primeras décadas después del descubrimiento, y dejaron relaciones precisas o ilustraciones de las plantas cultivadas.

Por último la comprobación botánica permite determinar si la especie en consideración tiene una distribución natural compatible con la de sus congéneres silvestres; si existe aún en forma natural, y cuáles son sus relaciones ecológicas.

Con base en ese criterio se pueden presentar los cuadros siguientes:

A. Plantas cultivadas o de cultivo incipiente comunes a Norte, Centro y Sur América en la época de los descubrimientos (finales del siglo XV)

1. de distribución general (México - Bolivia):

maíz, *Zea mays*
frijoles, *Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus*
ayotes o zapallos, *Cucurbita* spp.
chiles o ajíes, *Capsicum* spp.
camote, *Ipomoea batatas*
yuca, *Manihot esculenta*
maní, *Arachis hypogaea*
calabaza, *Lagenaria siceraria*
tabaco, *Nicotiana* spp.
achiote, *Bixa orellana*
piña, *Ananas comosus*

2. de distribución más restringida (Antillas, Sur de Centro América, América del Sur).

papaya, *Carica papaya*
marañón, *Anacardium occidentale*
pejibaye, *Guilielma gasipaes*
malanga, *Xanthosoma violaceum*
ñame, *Dioscorea* spp.
cahíua, *Cyclanthera pedata*
jamaica, *Pimenta dioica*
acerola, *Malpighia puniceifolia*
malaqueta, *Pimenta acris*
llerén, *Calathea allouia*
sagú, *Maranta arundinacea*

B. Géneros comunes a Norte y Sur América, pero con especies cultivadas diferentes:

Norte América

Amaranthus leucocarpus
Chenopodium nuttalliae
Furcraea cabuya
Gossypium hirsutum
Lucuma salicifolia
Pachyrrhizus erosus
Physalis ixocarpa

Sur América

Amaranthus caudatus
Chenopodium quinoa
Chenopodium pallidicaule
Furcraea andina
Gossypium barbadense
Lucuma bifera
Pachyrrhizus tuberosus
Physalis peruviana

C. Plantas sólo conocidas en cultivo en Norte y Centro América en la época del descubrimiento (siglo XV):

frijol tepari, *Phaseolus acutifolius*
ayote, *Cucurbita mixta*
chayote, *Sechium edule*
tacaco, *Polakowskia tacaco*

cacao, *Theobroma cacao*
 huantli, *Amaranthus leucocarpus*
 cualizontli, *Chenopodium nuttalliae*
 tomate, *Lycopersicon esculentum*
 jícama, *Pachyrrhizus erosus*
 coyó, *Persea schiedeana*
 miltomate, *Physalis ixocarpa*
 chan, *Hyptis suaveolens*
 chia, *Salvia hispanica*
 vainilla, *Vanilla planifolia*
 indigo, *Indigofera suffruticosa*
 maguey, *Agave spp.*
 cabuya, *Furcraea cabuya*
 nopal, *Nopalea cochinillifera*
 tuna, *Opuntia spp.*
 pitahaya, *Hylocereus spp.*
 cacomite, *Tigridia pavonia*
 izote, *Yucca elephantipes*
 chicle, *Achras sapota*
 anona, *Annona spp.*
 nanci, *Byrsonima crassifolia*
 zapote, *Calocarpum spp.*
 zapote, blanco, *Casimiroa edulis*
 tejocote, *Crataegus pubescens*
 zapote negro, *Diospyros ebenaster*
 zapote amarillo, *Lucuma salicifolia*
 capulín, *Prunus serotina*

D. Plantas cultivadas sólo conocidas en América del Sur

I. andinas:

achis, millmi, *Amaranthus caudatus*,
A. edulis
 arracacha, *Arracacia xanthorrhiza*
 babaco, *Carica pentagona*
 cabuya, *Furcraea andina*
 cañihua, *Chenopodium pallidicaule*
 camburo, *Carica chrysopetala*
 maca, *Lepidium meyenii*
 mashua, *Tropaeolum tuberosum*
 oca, *Oxalis tuberosa*

papas, *Solanum tuberosum* y otras
 papayuela, *Carica candamarcensis*, etc.
 quinoa, *Chenopodium quinoa*
 tacso, *Passiflora mollissima*
 tarhui, *Lupinus mutabilis*
 ulluco, *Ullucus tuberosus*
 yacón, *Polymnia sonchifolia*

2. de áreas tropicales o subtropicales al Este de los Andes:

achira, *Canna edulis* (*)
 algodón, *Gossypium barbadense* (*)
 cereza de fraile, *Bunchosia armeniac* (*)
 coca, *Erythroxylon coca*
 cocona, *Solanum topiro*
 lúcuma, *Lucuma bifera*
 naranjilla, *Solanum quitoense*
 nogal, *Junglans boliviana* y otras
 paca, *Inga feuillei* (*)
 papaya de monte, *Carica monoica*
 pepino, *Solanum muricatum* (*)
 quina, *Cinchona spp.*
 tomate de árbol, *Cyphomandra betacea*
 uchuba, *Physalis peruviana*

3. del área amazónica y otras tierras bajas tropicales: **

almendra de Brasil, *Caryocar spp.*
 anonas, *Annona spp.*
 bacuri, *Platonia insignis*
 biribá, *Rollinia spp.*
 carnauba, *Copernicia cerifera*
 carúa, *Neoglaziovia variegata*
 cupuassú, *Theobroma grandiflorum*
 granadilla, *Passiflora quadrangularis*
 guanábana, *Annona muricata*
 guaraná, *Paullinia cupana*
 imbu, *Spondias tuberosa*
 ipecacuana, *Cephaelis ipecacuanha*
 iraca, *Carludovica palmata*,

(*) Restos de estas especies se hallan con frecuencia en las tumbas de la costa en Perú y Chile, aún en niveles precerámicos. Sin embargo, es más probable que sean plantas nativas de las regiones bajas al este de los Andes, donde algunas se encuentran aún silvestres. Según varias hipótesis los valles costeros fueron poblados por gentes que vinieron del Este, y la presencia de estas plantas confirmaría esas hipótesis.

(**) La mayoría de estas especies se hallan en esta región en estado incipiente de domesticación.

jebe, *Hevea brasiliensis*
 manicoba, *Manihot g'aziovii*
 marañón, *Anacardium occidentale*
 nuez de Pará, *Bertholletia excelsa*
 ñame, *Dioscorea spp.*
 piña, *Ananas comosus*
 pita, *Aechmea magdalenae*
 sapote, *Matisia cordata*
 sapucaia, *Lecythis paraense*
 tagua, *Phytelephas macrocarpa*
 timbo, *Lonchocarpus nicou*
 tonka, *Dipteryx odorata*
 uvilla, *Pouroma cecropiaefolia*

4. Sur de Brasil y Paraguay:

aracá, *Psidium catteianum*, etc.
 cambuci, *Paivaea langsdorfii*
 feijoa, *Feijoa sellowiana*
 grumixana, *Campomonesia spp.*
 ibabiraba, *Britoa sellowiana*
 jaboticaba, *Myrciaria jaboticaba*, etc.
 mate, *Ilex paraguariensis*
 pitanga, *Eugenia uniflora*
 pitomba, *Eugenia luschnathiana*, etc.

Las migraciones del hombre y las plantas de cultivo en el Viejo Mundo

Se demostró ya para el Viejo Mundo que los centros de origen de Vavilov, fueron realmente los grandes núcleos de cultura: China, India, Medio Oriente, que en los inmensos movimientos de población expandieron y recibieron nuevos cultivos. También cómo cambian éstos según los hábitos del hombre o la preponderancia de ciertas culturas. Las grandes migraciones llevan plantas nuevas a nuevos sitios, y traen especies o cultivares desconocidos, en un proceso que aún no se termina. Al hacerlo, como se dijo antes, se aumenta la variabilidad y se crean formas nuevas.

Este proceso se inició en las formas más rudimentarias de la agricultura. La expansión de los cereales en el continente euroasiático ocurrió en el Neolítico; pero se necesitó la formación de los grandes

imperios para que se realizaran las mayores concentraciones y expansiones de las plantas cultivadas.

Algunos autores consideran que uno de los centros de concentración de plantas cultivadas más importante fue el Imperio Persa, cuyo apogeo ocurrió 400 años antes de Cristo. Por su situación geográfica céntrica, pudo recibir especies tanto del Cercano Oriente y del Mediterráneo, como de Asia Central y Oriental. Hacia el oeste se habían movido ya, en los tiempos neolíticos, muchas plantas cultivadas que se habían extendido por el Mediterráneo, hasta Egipto y por el valle del Danubio hacia el norte. Pero conforme a su carácter subtropical, como lo había señalado Vavilov, no avanzaron muy al norte, quizás por ser plantas de días cortos, y hacia el sur el desierto del Sahara fue su límite. La gran concentración de cultivos siguiente se debió al auge del Imperio Romano, 400 años después de Cristo. Los agricultores romanos habían hecho una selección intensa en leguminosas, cereales, oleaginosas y otros. Por tal razón, actualmente los cultivares de esas especies en el Mediterráneo son muy superiores que las del centro y este de Asia. Vavilov encontró que muestras de 100 lentejas de España, Italia y Algeria pesaban 9,0; 8,8 y 8,3 gr. respectivamente; muestras similares de Bokhara, Afghanistan e India sólo pesaban 2,6; 2,5 y 2,0 gr. respectivamente. Aunque algunos autores explican este hecho asumiendo que hubo dos centros de origen, el caso se repite, sin embargo, para varios otros cultivos y es más probable explicarlo por la selección cultural.

De especial interés para la agricultura de los trópicos americanos son las áreas del noreste de Asia, junto con el archipiélago malayo y los trópicos de Africa. En estas áreas algunas especies, como el durián y el rambután, no han tenido selección alguna. Otras como las Dioscoreas y el árbol de pan, han sido sometidas a selección intensa.

Las plantas de Malasia se extendieron hacia India y de allí a Persia, Arabia y Africa. Algunas llegaron a ser conocidas

de los romanos, otras en cambio son de expansión reciente.

Africa fue señalada por Vavilov como un continente pobre en especies cultivadas. Muchas de las plantas útiles de Africa son de domesticación moderna, como el café, la palma de aceite y las gramíneas tropicales. No se conoce mucho de la agricultura incipiente en lo que ha sido la cuna de la humanidad. En tiempos más recientes se estableció un intercambio entre Africa y Asia por el "corredor sabeo": de Asia pasaron a Africa oriental por Persia y las regiones meridionales de Arabia, la caña de azúcar, los bananos y otros cultivos. El ajonjolí y los sorgos, en cambio, de Africa a Asia por esa misma vía.

Por último, es de notar que Australia, Nueva Zelanda y especialmente la gran isla de Nueva Guinea, tan rica en especies, no han contribuido sino con muy pocas plantas domesticadas, todas de importancia secundaria. A la llegada de los europeos esas grandes islas estaban habitadas por hombres neolíticos, y su agricultura autóctona aún no había llegado a la etapa incipiente.

Cultivos tropicales comunes a ambos hemisferios antes del descubrimiento

En la época del descubrimiento de América el estado de distribución de las plantas cultivadas en los trópicos de ambos hemisferios, puede resumirse así:

A. especies del mismo género cultivadas en el Viejo y el Nuevo Mundo:

1. algodón - *Gossypium hirsutum*, *G. barbadense*, en América; *G. herbaceum*, *G. arboreum* en Africa y Asia.
2. frijoles - *Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus*, etc. en América; *P. aureus*, *P. aconitifolius*, etc. en Asia.
3. Canavalia - *C. gladiata* en Asia; *C. plagioperma* en América del Sur.

4. *Dioscorea* - en el Suroeste de Asia *D. alata* y otros; en Africa *D. rotundata* y otros; en América *D. trifida*.

5. *Amaranthus* - en India *A. tricolor* y otros, en América *A. caudatus* y otros.

Los géneros citados tienen una distribución natural que abarca los trópicos de los dos hemisferios, y puede asumirse que la domesticación de esas especies fue hecha independientemente.

B. plantas cultivadas en América y el Viejo Mundo pertenecientes a la misma especie:

1. coco - *Cocos nucifera*, de cultivo muy antiguo en India, Malasia y otras regiones de Oceanía. Encontrado por los primeros exploradores españoles en las costas del Pacífico, entre Panamá y México, en 1520.

2. calabaza común - *Lagenaria siceraria*, en América tropical, Africa, Asia y Europa, antes de 1500.

3. camote - *Ipomoea batatas*, en América tropical y en Oceanía en la época del descubrimiento por Magallanes, en 1521.

La explicación de la presencia de estas tres especies en los trópicos de ambos hemisferios, ha dado lugar a largas discusiones. Aquí se resumirá la situación actual del problema, y al tratar cada una de estas especies, se ampliará la información sobre la forma como se expandió su cultivo.

1. **Coco**, *Cocos nucifera*. El cocotero es una especie monotípica, sin parientes cercanos. Su cultivo y utilización es muy antiguo en los trópicos del Viejo Mundo, y fue conocido de referencias por griegos y romanos. Poco después del descubrimiento del Pacífico por Balboa en 1513, varios exploradores, y en especial el naturalista Fernández de Oviedo, encontraron que el coco crecía abundantemente

en las costas del Pacífico de Centro América, pero no era conocido en el Atlántico o las Antillas. Su cultivo se expandió rápido, y en el siglo XVII ya era abundante en las costas de Brasil.

Para explicar la situación anterior se han planteado dos hipótesis:

a) la del origen americano del coco, sostenida primero por Martius y más recientemente por O. F. Cook. Se basa en: (1) la relación de parentesco, que luego se vio que no existía, entre el coco y otras palmeras americanas; (2) la idea de que el coco no es una verdadera planta del litoral; y, (3) que debido al movimiento de las olas en las costas las frutas no serían arrastradas mar adentro sino de nuevo hacia tierra. Por lo tanto la diseminación del coco de América a Asia y Oceanía debió hacerse entonces por medio del hombre.

b) La hipótesis opuesta, sostenida por De Candolle, Beccari y otros, de que el coco es originario de los trópicos indomalayos, se basa en: (1) la confirmación histórica de que fue cultivado por muchos siglos en esa región; (2) que en ella es donde se presenta un mayor número de variedades y donde existen ciertos fenómenos biológicos asociados con un cultivo muy antiguo. Su presencia en América puede atribuirse entonces al arrastre por las corrientes oceánicas, y pruebas experimentales indican que el coco puede flotar por meses en agua de mar sin perder su poder germinativo. La opinión actual se inclina a favor de la segunda hipótesis.

2. **Calabaza común**, *Lagenaria siceraria*. Esta especie se cultiva o se aprovecha desde los inicios de la agricultura por sus frutos, que se usan como vasijas. En algunas regiones de Africa se comen los frutos jóvenes, pero este uso está poco expandido. La calabaza pertenece a un género cuyas otras especies se hallan sólo en Africa. Es una especie variable en extremo, especialmente en la forma de los frutos.

Su cultivo en Asia y Africa es muy antiguo, y en Europa era más importante antes de la época de los descubrimientos que en la actualidad. En América se cultivaba, por lo menos en la costa de Perú, desde 2.500 A. C., y los cronistas y viajeros la describen desde el sureste de Estados Unidos hasta Brasil y Chile.

El área de origen más probable de esta especie es Africa. El hombre pudo distribuirla hasta ambas costas del continente, y llevarla en sus emigraciones hasta Asia por el corredor sabeo, una ruta prehistórica que unía las costas africanas con la península arábiga y a través del Golfo Pérsico con Irán e India. La presencia de esta especie en América ofrece otros problemas.

a) Se ha indicado que pudiera ser nativa de este continente, o ser una de las especies que se hallaban en estado natural tanto en Brasil como en Africa occidental.

b) Otra posibilidad es que fuera arrastrada por las corrientes marinas de Africa a Brasil. En forma experimental se ha probado que frutos de *Lagenaria* colocados en agua de mar, pueden flotar por 7 meses y mantener una germinación hasta de 93 por ciento. Esto podría explicar el transporte por corrientes marinas ya que una dispersión por el hombre sólo pudo ocurrir en épocas preagrícolas. No existe en la actualidad una solución aceptable, que no sea la dispersión natural.

3. **Camote**, *Ipomoea batatas*. La dispersión preeuropea del camote presenta problemas muy difíciles de resolver, y ha dado lugar a interesantes controversias.

a) El camote (del Nahuatl "camotli") fue cultivado intensamente en toda la América precolombina. Así lo señalan restos arqueológicos encontrados en Perú, y los informes de los primeros cronistas (Oviedo, Cobo, etc.). En cambio no existe prueba de que fuera cultivado en Asia y Africa antes de su introducción desde América. Ciertas notas en textos chinos muy antiguos que se suponían ser referencias a esta especie, en realidad describen otras plantas.

b) A la llegada de los primeros europeos a Oceanía (Magallanes en 1521) encontraron el cultivo del camote muy distribuido en Polinesia. Se le conocía con el nombre de "kumara" o sus derivados, que es usado también en la sierra del Perú para algunas variedades de esta especie. Posteriormente fue introducido por los europeos de México a Filipinas con el nombre de camote, y se extendió por las grandes islas de Oceanía (Malasia) y el continente asiático.

c) El camote no se conoce en estado silvestre. El género *Ipomoea* está distribuido por los trópicos tanto del Nuevo como del Viejo Mundo. Las especies más afines se hallan en México. La distribución natural no ofrece ninguna explicación satisfactoria, como en el caso del coco y la calabaza, ya que el camote rara vez produce semilla; éstas no tienen dispositivos para ser arrastradas por las corrientes marítimas, y las raíces o tallos no resistirían un largo transporte por mar.

Con base en los hechos anteriores se han establecido tres teorías, que han sido muy discutidas: (1) que el camote vino de Oceanía a América, traído por los polinesios, quienes eran grandes navegantes. Esta teoría olvida el hecho de que el camote era cultivado en América mucho an-

tes de la gran expansión de la cultura polinésica. Además no existe en América ningún otro aporte cultural de ese origen. Estas teorías han sido sostenidas especialmente por antropólogos; (2) que el camote fue llevado de América del Sur a Polinesia, en forma accidental, por ejemplo en una balsa inca de las que se aventuraban mar adentro y que fue arrastrada hacia el Oeste por la corriente ecuatorial, como ha sucedido con algunos barcos abandonados en la costa del Perú, que han sido llevados por el mar hasta Polinesia; (3) la otra posibilidad es que la civilización polinésica fuera fundada por indios americanos, que emigraron por el mar hacia el Oeste. Si estos indios llevaron el camote, no agregaron ningún otro aporte cultural (plantas, animales, técnicas o herramientas) que se conozca con seguridad, a la cultura de Polinesia.

Finalmente otros autores han sugerido, sin base alguna, que el camote es originario de África, y que el hombre lo distribuyó desde ese continente a América y a Oceanía.

En resumen se puede decir que EL CAMOTE ES LA ÚNICA PLANTA CULTIVADA EN AMÉRICA EN ÉPOCAS PRECOLOMBINAS QUE SE CONOCIÓ FUERA DEL CONTINENTE, Y QUE NO EXISTE AÚN UNA EXPLICACIÓN SATISFACTORIA DE CÓMO OCURRIÓ SU DISPERSIÓN.

LA EPOCA DE LOS DESCUBRIMIENTOS Y EL DESARROLLO DE LOS CULTIVOS TROPICALES

Uno de los factores que promovieron las exploraciones de los siglos XV y XVI fue la búsqueda de especias. Estas tenían gran consumo en Europa, para dar sabor a alimentos poco apetitosos y ayudar a conservarlos. Su comercio se hacía por las rutas de las caravanas o por mar, desde las islas de las especias, en Malasia, y estaba en gran parte controlado por Venecia. La necesidad de abrir rutas nuevas a India movió las expediciones portu-
guese-

sas a África y españolas a América. A continuación de las grandes exploraciones de Colón, 1492; Bartolomé Díaz, 1486; Vasco de Gama, 1496, vino el establecimiento del imperio español en América y portugués en Asia. El primero abarcó desde el centro de los Estados Unidos hasta Argentina, y se prolongó hacia Filipinas y Oceanía. Los portugueses ocuparon Brasil; en Asia llegaron hasta Formosa y China al norte, y hasta las Molucas al

oeste. El desarrollo de estos imperios trajo por consecuencia un cambio radical en los hábitos alimenticios de la humanidad; introdujo nuevos materiales textiles, colorantes y medicinales; diseminó el uso del tabaco y de cultivos industriales (caña de azúcar). En algunos aspectos la agricultura americana era superior a la europea, como en irrigación y conservación de suelos. La introducción de cultivos euroasiáticos y de los animales domésticos de Europa, hicieron por otra parte, una transformación fundamental en la agricultura de América.

La expansión de los cultivos europeos en América y americanos en Europa, se hizo con una rapidez que actualmente resulta difícil de apreciar. Españoles y portugueses, en especial los religiosos, llevaban semillas en todos sus viajes. Cuando era factible se hacía la propagación por semillas, pero a veces se llevaba la planta entera. De la última manera se introdujo el cacao a Filipinas, los rosales a Perú y los olivos a Chile. Acudieron a la propagación vegetativa de caña de azúcar, bananos y yuca, y Oviedo refiere los varios intentos de llevar tallos de camote a Europa hasta que se tuvo éxito. Las introducciones no se hacían una sola vez, de tal modo que es muy difícil identificar el origen histórico de ciertos cultivos. El intercambio era mucho más activo dentro del mismo dominio político. Plantas de México, como el capulí, aguacates, chirimoyas, se llevaron a Perú; a México se llevaron papas y ocas de Sur América. El cultivo del cacao se extendió de Centro América a Venezuela, Ecuador y las Antillas en menos de tres décadas. Brasil, África e India tuvieron un intercambio muy activo durante la dominación portuguesa.

El descubrimiento por los europeos de las plantas americanas los obligó a usar un vocabulario, derivado en gran parte de los términos indígenas. Como los españoles conocieron muchas plantas tropicales en las islas del Caribe, adoptaron los nombres usados en Haití, Santo Domingo y Cuba, y los impusieron más tarde en todo el continente, sobre nombres locales

más apropiados y expandidos. Así el término "mahiz" posiblemente de Santo Domingo, se impuso sobre las denominaciones azteca y quechua que eran más extendidas, y se hizo general en América.

Plantas europeas en América

La corriente de migración más importante fue el intercambio de plantas europeas y americanas. Ya en su segundo viaje Colón trajo semillas de trigo y algunos animales domésticos, y se dice que al detenerse en las Canarias recogió caña de azúcar y la llevó a las Antillas. Las Islas Canarias ocuparon en la migración de plantas hacia América, un lugar particular. De ellas se trajo el banano a Santo Domingo en 1516, y más tarde dos especies tropicales, la caña fistola y el tamarindo, que fueron introducidos a las Canarias desde África. Los españoles tuvieron éxito variado con sus introducciones. El trigo, por ejemplo, fracasó en Santo Domingo, pero dio muy buenas cosechas en México y en los Andes. Se trajeron numerosas leguminosas de grano (habas, arvejas), alfalfa, lino, algodón, plantas medicinales y ornamentales. Muchos de los cultivos que existen en América aún retienen las características de los cultivares españoles originales.

Plantas americanas en Europa

Poco después del descubrimiento (1492) las primeras plantas americanas crecían ya en España: maíz (1498-1530), camote (1500); igualmente frijoles, cucúrbitas, maní y otros. Las papas, tomates y tabaco parecen haber sido introducidos en la segunda mitad del siglo XVI. Las papas que más tarde llegaron a ser tan importantes en Europa, tienen una historia complicada que aún no se ha aclarado en definitiva.

Se ha dicho que la introducción de maíces antillanos a Europa fue un accidente afortunado. Estos maíces son de días

largos, y pudieron crecer bien en España, y luego extenderse a Italia y a la llanura del Danubio. Si se hubieran llevado maíces andinos, su adaptación no habría tenido mucho éxito.

Intercambio de especies cultivadas entre América y África

La proximidad geográfica entre Brasil y África y el establecimiento en ambos del dominio portugués, fueron factores decisivos en el intercambio de plantas. Se ha sugerido, sin pruebas satisfactorias, que el maíz fue introducido en África antes de Colón; lo más probable es que fuera llevado varias veces desde Brasil después del Descubrimiento. La yuca fue también una introducción temprana; se extendió hasta el centro de África, donde llegó a ser un elemento esencial en la alimentación, y se desarrolló un uso tan variado y complejo que se ha creído que esta especie es originaria de África y fue llevada luego a Brasil. Esta teoría ha sido totalmente descartada. Un caso semejante ocurre con el tabaco y los camotes. También se introdujeron en África piñas, cucúrbitas, maní y numerosos frutales.

El aporte de África a América ha sido menor. Varios tipos de bananos o plátanos fueron introducidos a Brasil; algunos de ellos se han considerado autóctonos de ese país por su amplia difusión. Los ñames, *Dioscorea*, constituyeron una introducción apreciable, y fueron propagados por los negros que siempre participaban en las expediciones españolas, y por los esclavos de las plantaciones de azúcar en las Antillas. También se introdujo en forma similar la bambarra, *Voandzeia subterranea*, planta parecida al maní. No se conoce con exactitud la época de introducción de frutales africanos a América, como la ambarella, *Spondias cytherea*; el akí, *Blighia sapida*, y otras. De gran importancia fue la introducción involuntaria, de pastos africanos a Brasil. Con pastos se hacían las camas en los barcos que traían esclavos, y una vez llegados a

América los tallos eran arrojados a las playas. Así se introdujeron el pasto guinea, *Panicum maximum*, y otras especies que han desempeñado un gran papel en el desarrollo de la ganadería de los trópicos americanos.

Ruta Brasil India

Desde que Cabral descubrió Brasil en 1500, los portugueses en sus viajes a India se detenían en Sur América para reaprovisionarse. Iniciaron así una migración de plantas brasileñas hacia los trópicos asiáticos. Como los portugueses dominaron hasta la costa de China y Molucas, estas introducciones tuvieron una expansión amplia y rápida. Por esa ruta se cree que llegó el maíz a China a comienzos del siglo XVI, entre 1520 y 1530, y su presencia en India es también tan temprana que dio origen a una hipótesis, ya abandonada, de que el maíz era originario de Asia. Se llevaron piñas de Brasil a Goa en 1550. Es posible que por esa ruta llegaran también el maní, frijoles y otras.

De India se trajo, posiblemente a Brasil, los mangos, que ya en el siglo XVI eran abundantes en ese país.

Rutas del Pacífico

Las expediciones españolas que colonizaron a Filipinas, Guam y otras islas, establecieron una ruta a México. Una vez al año el galeón de Acapulco partía de ese puerto a Filipinas, y en casi todos sus viajes llevaba plantas vivas o semillas. Un arbolito de cacao fue llevado a Filipinas en 1560, y con él se estableció ese cultivo. El maíz, también de introducción temprana, no alcanzó en estas islas mayor importancia, posiblemente por la abundancia de arroz. El camote, en cambio fue muy bien acogido en China. Se introdujeron además jícama, *Pachyrrhizus*; chiles, *Capsicum*; tomates; frijoles, que por su rendimiento y calidad eran muy superiores a los asiáticos; achiote, *Bixa*; guayabas y otras frutas.

Es de interés observar que los españoles no introdujeron plantas de importancia de sus dominios de Asia a México. Los filipinos que residieron en la costa occidental de este país enseñaron a los mexicanos algunos usos nuevos del coco. Pero, quizá por la gran riqueza de plantas en México, y porque los cultivos asiáticos les eran desconocidos, los españoles no introdujeron ningún cultivo importante. El mango y el

tamarindo fueron llevados a México de las Antillas antes de que se estableciera la ruta del galeón de Acapulco.

En el Pacífico Sur los españoles abrieron una ruta de mucho menor interés, entre Perú y los archipiélagos de Santa Cruz y Salomón. Llevaron plantas peruanas: maíz, frijoles, cucúrbitas, que parece no tuvieron buen éxito en esas islas.

REFERENCIAS

- BURKILL, I. H. Habits of man and the origins of the cultivated plants of the Old World. Proceedings of the Linnean Society of London 164:12-42. 1953.
- HEISER, C. B. Cultivated plants and cultural diffusion in Nuclear America. American Anthropologist 67(4):930-949. 1965.
- LAUFER, B. The American plant migration. Prepared for publication by C. Martin Wilbur. Chicago, 1938. 1v. (Field Museum of Natural History. Publication no. 418).
- MERRILL, E. D. The botany of Cook's voyages and its unexpected significance in relation to anthropology, biogeography, and history. Waltham, Mass., Chronica Botanica, 1954. /164/-384 p. (Chronica Botanica, v. 14, no. 5/6).
- PACIFIC SCIENCE ASSOCIATION, PACIFIC SCIENCE CONGRESS, 10th, HONOLULU, 1961. Plants and the migration of Pacific peoples. Ed. by Jacques Barrau. Honolulu, Bishop Museum, 1963. 136 p.
- PATÍÑO, V. M. Plantas cultivadas y animales domésticos en América Equinoccial. Cali, Colombia, Imprenta Departamental 1963-64. 2 v., 913 p.
- SAUER, C. O. Agricultural origins and dispersals. New York, American Geographic Society, 1952. 110 p.

SISTEMATICA DE LAS PLANTAS CULTIVADAS

6

En la clasificación de las plantas, cultivadas o silvestres, la unidad básica es la "especie". Las especies se agrupan en géneros, éstos en familias. Las familias en órdenes y éstas en clases. El conjunto de clases forma la división. Cada una de estas entidades se divide en otras menores: subgénero, subfamilia, tribus, subclases, subdivisiones. A partir de la especie las categorías inferiores son subespecies, variedades o cultivares y formas. Los conceptos sistemáticos anteriores son difíciles de definir y aplicar, y con frecuencia dependen de la autoridad de un especialista quien fija según su criterio, los límites de ellos.

En la naturaleza, sin embargo, lo que existe no son entidades sistemáticas sino poblaciones de plantas. Al aplicar a éstas un criterio o una serie de normas, un autor puede considerar un conjunto de poblaciones como si formaran una sola especie, mientras que otro las puede dividir en varias. El caso del café 'Robusta' puede servir de ejemplo. Las poblaciones de ese café crecen en Africa bajo condiciones ambientales muy distintas, desde la costa de Guinea hasta el pie de las grandes cordilleras de Africa Oriental y del nivel del mar hasta alturas mayores de

1.000 metros. En esta área tan amplia se han formado poblaciones de características morfológicas diferentes, que algunos autores consideran como "especies" distintas. Si estas especies se plantan juntas, se ha observado que no hay entre ellas barreras de esterilidad, es decir, que individuos de una población pueden cruzarse con los de otra. Las progenies que resultan de estos cruzamientos son fértiles y muestran en mayor o menor grado, características intermedias entre los tipos parentales. Puede entonces aplicarse el criterio de que todo el café Robusta pertenece a una sola especie. Casos similares son muy frecuentes en otras plantas cultivadas. También puede ocurrir que una planta cultivada considerada como una sola especie, pueda estar formada por varias. Un caso típico de esto ocurre con la papa. Hasta hace algunos años se suponía que todas las papas en cultivo pertenecían a una especie, *Solanum tuberosum*. Más adelante se pensó que eran muchas, unas 16, las que formaban la papa cultivada. Actualmente hay algunos autores que admiten por lo menos cuatro especies y algunos híbridos entre ellas, y otros que creen que hay una sola especie, incluyendo varios híbridos infraespecíficos.

CATEGORIAS DENTRO DE UNA ESPECIE CULTIVADA

Concepto de cultivar. Una especie cultivada puede estar formada por muchas entidades diferentes o poblaciones, a las cuales se les designa por lo común, con el

nombre de "variedades". Este término se aplica también a grupos de individuos o poblaciones de plantas silvestres. A fin de limitar y aclarar el uso del término

“variedad”, que se aplica sin un criterio definido y a diferentes entidades, se creó el nombre de “cultivar” para designar a los distintos grupos que forman una especie cultivada. Un cultivar puede ser:

1. un **clon**, o sea la descendencia vegetativa de una planta, como las llamadas variedades de caña de azúcar;

2. **líneas** o **poblaciones** de reproducción sexual y características hereditarias definidas; entre éstas están por ejemplo, las variedades de arroz;

3. **grupos de individuos** que aunque muestran diferencias hereditarias tienen características que las separan de otros grupos; tal es el caso de las variedades de *Cucurbita*, en que hay individuos que difieren en la forma del fruto pero tienen muchas otras características comunes;

4. **híbridos**, que son cultivares que se mantienen por polinización artificial, como las variedades de maíz. Los cultivares afines pueden agruparse en entidades llamadas greyes o grupos.

Nomenclatura de las plantas cultivadas

La nomenclatura de las plantas es una serie de reglas convencionales, aceptadas internacionalmente, para dar nombres definidos y permanentes a las especies tanto cultivadas como silvestres. Se basa para la especie en un nombre binario, sistema establecido por el naturalista sueco Carlos Linné o Linneo, según el cual el nombre de una especie se forma de dos palabras latinas: el nombre genérico y el epíteto específico. *Theobroma cacao* se forma del nombre del género *Theobroma* de la familia de las Esterculiáceas, y del epíteto específico, *cacao*, que en este caso se considera latinizado.

Es frecuente que al nombre binario se le agregue el nombre, inicial o abreviatura del autor. En el caso anterior se escribe *Theobroma cacao* L. Esta letra es la inicial de Linné. En ciertos casos el nombre de los autores es compuesto. El nombre técnico de la piña es *Ananas comosus* (L.)

Merrill. Esto se debe a que la piña fue descrita originalmente por Linné con el nombre de *Bromelia comosus* L. La piña sin embargo, no pertenece al género *Bromelia* sino a un género cercano, *Ananas*. Merrill estableció la relación correcta y en este caso el nombre o inicial del primer autor se coloca entre paréntesis, precediendo al de la persona que hizo la transferencia.

Existe en nomenclatura una regla de prioridad según el cual el primer nombre publicado para una especie es el único válido. La fecha de partida para establecer esa prioridad es el año 1753 en que Linné publicó su obra fundamental. La aplicación de la regla de prioridad obliga a menudo a cambiar nombres, incluso algunos bien conocidos. Un ejemplo es el caso del árbol de pan. Por mucho tiempo se le conoció con el nombre de *Artocarpus communis* Forst. Este nombre fue publicado por Forster en 1776. Ese mismo año apareció otra descripción, por Thunberg, quien lo llamó *Radermachia incisa*. Linné f. en 1781, puso a esta especie en el género que corresponde, *Artocarpus*, y la llamó *Artocarpus incisa* (Thunb.) L. f. Recientemente, sin embargo, se encontró que la primera descripción del árbol de pan había sido publicada por Parkinson en 1773 con el nombre de *Sitodium altile*. Fosberg, quien encontró esa descripción, formó el nombre que se acepta actualmente, *Artocarpus altilis* (L. f.) Fosberg.

Los nombres técnicos son convencionales y no se cambian porque se encuentre que el epíteto específico esté equivocado en su significado. Linné dio al café corriente el nombre de *Coffea arabica* L. porque en su tiempo se traía el café a Europa de los puertos de Arabia. Esa especie es realmente nativa de Etiopía, pero eso no da base para un cambio de nombre.

Los cultivares pueden tener nombres tanto en Latin como en lenguas modernas o en forma de siglas con números. Se escriben entre comillas simples o anteponiéndoles la abreviatura cv. Así por ejemplo, en el café corriente hay un cultivar que se llama con un nombre latino,

'Erecta' y otro con un nombre portugués, 'Caturra'. Uno de los clones más conocidos de caña de azúcar es la 'POJ 2878'. Para la mayoría de las especies cultivadas no es necesario dar su nombre técnico; es más simple decir maíz

'Rocamex' o naranja 'Washington Navel' que dar el nombre técnico completo de esas especies. Sin embargo si se trata de especies raras o de nombres vulgares poco conocidos, se hace necesario dar el nombre técnico correcto.

CLASIFICACION DE LAS PLANTAS CULTIVADAS

Las plantas cultivadas se clasifican corrientemente según el uso, en alimenticias, fibrosas, oleaginosas, estimulantes, medicinales, especias, condimenticias, laticíferas, tintóreas, curtientes, maderables, ornamentales y otras. Este tipo de clasificación carece de sentido biológico y con frecuencia, aún del punto de vista práctico, deja mucho que desear. El cocotero, por ejemplo, cabría en varias categorías: alimenticia, fibrosa, oleaginosa, ornamental.

Con el fin de evitar esas dificultades en este libro se ha adoptado una clasificación puramente sistemática, siguiendo para las Angiospermas las líneas generales establecidas por J. Hutchinson, en la segunda edición de su libro "The Families of Flowering Plants".

Los grandes grupos de plantas

No existe uniformidad de criterio en la clasificación de las plantas, particularmente en la definición de los grupos mayores. Como se verá en el Cuadro No. 1, las divisiones, son pocas en la clasificación tradicional y numerosas en las modernas.

Distribución sistemática de las plantas útiles

Las plantas útiles se encuentran en todos los grupos sistemáticos, pero su concentración es mucho mayor en los más avanzados, las Angiospermas (véase Cuadro No. 2).

Los grupos inferiores: helechos, hongos, musgos y algas, presentan en relación a su número una cantidad muy reducida de

especies útiles. Es posible, sin embargo, que en estos grupos inferiores los avances tecnológicos hallen muchas formas nuevas de utilizarlos. El uso reciente de hongos como base de producción de antibióticos y el de algas para proteínas, sólo indican dos campos de los muchos en que el hombre puede aprender a utilizar las plantas inferiores.

Las Gimnospermas no tienen en los trópicos la importancia que presentan en las zonas templadas. El grupo más importante, las Coníferas, está representado muy pobremente en América tropical. Su utilización principal es la producción de madera, especialmente en México, Centro América y las Antillas. Algunas Cicadáceas se usan en los trópicos asiáticos por el sagú, sustancia harinosa y dulce que se obtiene de los tallos de ciertas especies.

Utilización de las Angiospermas

Las Angiospermas son los grupos más evolucionados, y por su número y diversidad los elementos más importantes de la flora de los trópicos. Su evolución hizo posible que el hombre y los mamíferos más avanzados pudieran ocupar la tierra.

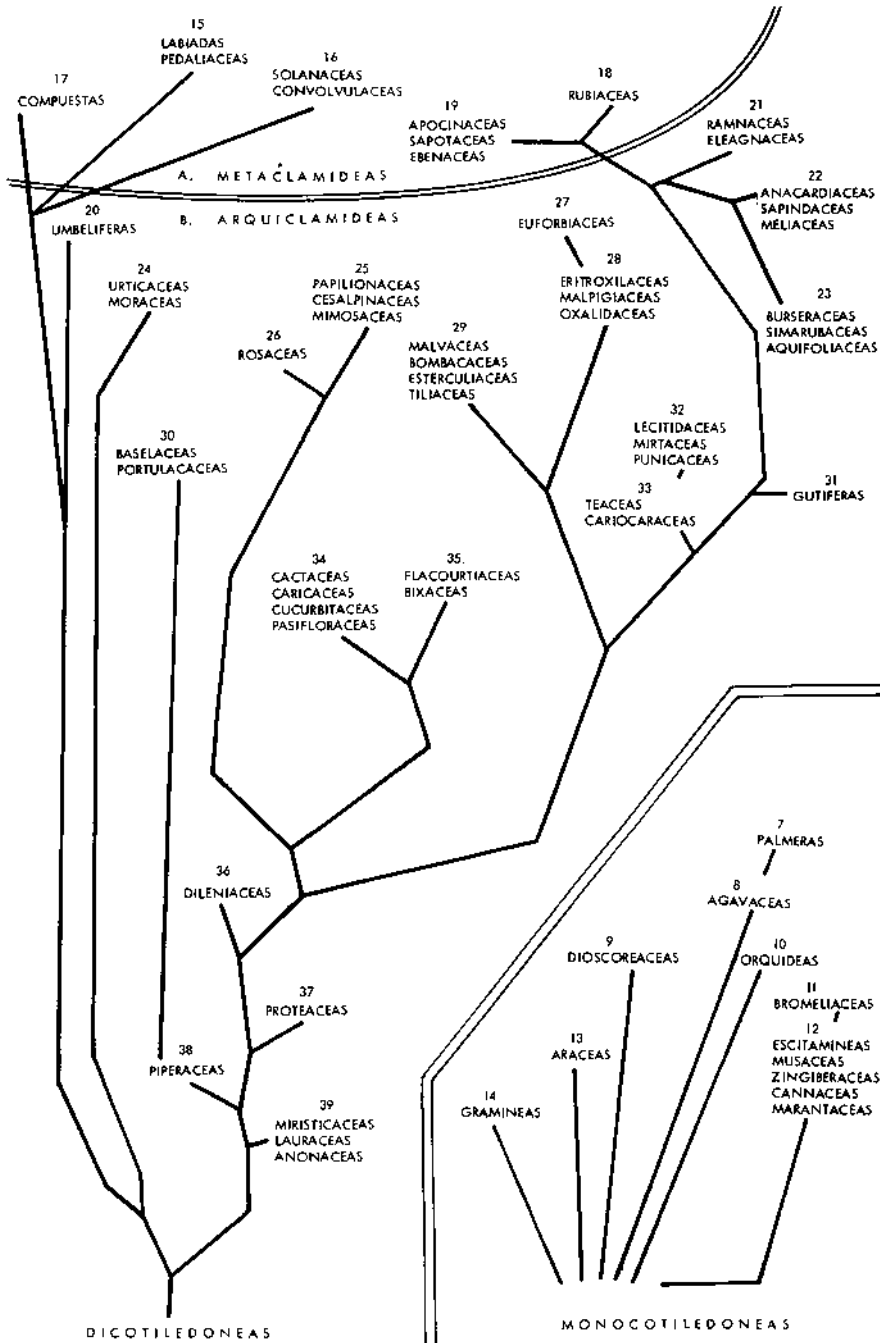
La semilla de las Angiospermas es el órgano vegetal de mayor importancia para el hombre. En ella concentra la planta una gran cantidad de alimento en espacio reducido. Su función biológica es contener y alimentar el embrión, que formará una nueva planta; por lo tanto debe acumular en ella grandes reservas alimenticias: almidones y proteínas especialmente, que el hombre aprovecha como elemento básico de su alimentación, los primeros en los cereales, las segundas en las

Esquema de dos clasificaciones de las plantas, una tradicional y otra moderna

CLASIFICACION TRADICIONAL	CLASIFICACION MODERNA
CRIPTOGAMAS	
División TALOFITAS, Clase Algas	Algas, unas 20.000 especies, se distribuyen en las divisiones siguientes: CIANOFITAS, algas azules, EUGLENOFITAS, euglenas, CLOROFITAS, algas verdes, CRISOFITAS, diatómeas y otros grupos, PIRROFITAS, dinoflagelados y afines FAEOFITAS, algas pardas, RODOFITAS, algas rojas.
Clase Hongos	Hongos, cerca de 40.000 especies, en las divisiones siguientes: ESQUIZOMICOFITAS, bacterias, MIXOMICOFITAS, mixomicetas, EUMICOFITAS, hongos propiamente dichos.
División BRIOFITAS, Clase Musgos	Musgos, unas 15.000 especies, forman una división: BRIOFITAS
Clase Hepáticas	Hepáticas, aproximadamente 9.000 especies, una división: HEPATOFITAS Las plantas de organización superior, con haces vasculares, se incluyen modernamente en un solo grupo: TRAQUEOFITAS, o en seis divisiones principales.
División PTERIDOFITAS, Clase Lycopodíneas (Lycopodia)	LICOFITAS (licopodios), unas 100 especies.
Clase Equisetíneas (colas de caballo)	ESFENOFITAS (co'as de caballo o equisetos), cerca de 25 especies;
Clase Filicíneas (helechos)	PTERIDOFITAS (helechos), cerca de 10.000 especies;
FANEROGAMAS	
División ESPERMATOFITAS	Espermatofitas, en que se incluyen las plantas superiores. Las divisiones principales son:
Clase Gimnospermas	CICADOFITAS, CONIFEROFITAS o CONOPSIDAS (coníferas, unas 500 especies).
Clase Angiospermas Subclase Dicotiledóneas Subclase Monocotiledóneas	ANTOFITAS, unas 250.000 especies divididas en dos subdivisiones: Dicotiledóneas Monocotiledóneas

CUADRO No. 2

Esquema de la distribución filogenética de los principales grupos de familias de plantas útiles de los trópicos, siguiendo en líneas generales las ideas de J. Hutchinson (The families of flowering plants, London, Macmillan, 1960 2 vols.). Los números corresponden a los diferentes capítulos.



menestras o leguminosas de grano. Algunas semillas contienen también cantidades considerables de aceites comestibles o industriales. La fibra más importante, el algodón, se obtiene de una semilla.

La semilla de las Angiospermas es una estructura muy efectiva para la propagación de sus especies. Esta característica ha permitido que las Angiospermas lleguen a ser la vegetación dominante y es aprovechada por el hombre para establecer siembras de millones de individuos de la misma especie o cultivar, en grandes campos de cultivo o pastoreo.

La utilización de las plantas no se distribuye uniformemente en las Angiospermas. Hay familias, como las Gramíneas y Leguminosas, de importancia básica, la primera por los cereales, pastos y azúcar; la segunda como productora de proteínas y grasas.

Entre las familias de gran utilidad, comparable a las anteriores, figuran las Palmeras, por sus aceites, grasas y productos alimenticios. Las Euforbiáceas incluyen alimentos muy corrientes, como la

yuca, plantas laticíferas y oleaginosas. Las Crucíferas y Rosáceas, de gran importancia en las regiones templadas, no son de mucha utilidad en los trópicos. Las Malvales son ricas en fibras, tanto del tallo como de la semilla. Los aceites esenciales, alcaloides y glucósidos, se hallan con frecuencia en familias primitivas, como las Lauráceas y Miristicáceas. Familias muy avanzadas y ricas en especies, como las Compuestas, Rubiáceas y Orquídeas, son de utilidad relativamente baja.

Número de plantas útiles

No es posible establecer el número de especies útiles al hombre. Continuamente se descubren nuevos usos para plantas que no se habían utilizado antes, y con menos frecuencia se abandona el cultivo de otras. De Candolle, en 1882, sólo consideró en su obra sobre el origen de plantas cultivadas un total de 250 especies. Akemine, en 1938, publicó una lista de 1837 especies útiles.

REFERENCIAS

- AKEMINE, M. Kinds of crop plants under cultivation in the world. *Agriculture and Horticulture (Japan)* 8:19-75, 1933; 13:68-51, 111-116, 1933; 14:65-81, 73-78, 1939; 15:1-12, 1940.
- AMERICAN JOINT COMMITTEE ON HORTICULTURAL NOMENCLATURE. Standardized plant names. 2nd ed. A revised and enlarged listing of approved scientific and common names of plants and plant products in American commerce or use. Harlan P. Kelsey and William A. Dayton, editors. Harrisburg, Pa., McFarland, 1942. 675 p.
- BAILEY, L. H. Manual of cultivated plants most commonly grown in the continental United States and Canada. Rev. ed. New York, Macmillan, 1949. 1116 p.
- CODIGO INTERNACIONAL de nomenclatura de plantas cultivadas, 1961. Traducción española. Lima, Perú, IICA, Zona Andina, 1962. 33 p. (IICA. Publicación Miscelánea no. 18).
- GUILLAUMIN, A. Les plantes cultivées; histoire-economie. Paris, Payot, 1946. 352 p.
- HUTCHINSON, J. The families of flowering plants. 2nd ed. London, Oxford University Press, 1959. 2 v.
Contiene: v.1, Dicotyledons; v.2, Monocotyledons.
- MANSFELD, P. Kultiveter Pflanzenarten. Berlin, 1959. 659 p.
- SCHULTES, R. E. y HILL, A. F. Plants and human affairs. Botanical Museum of Harvard University, 1960. 64 p.
- UPHOFF, J. C. T. Dictionary of economic plants. Weinheim, Engelmann, 1959. 400 p.
- WILLIS, J. C. A dictionary of the flowering plants and ferns. 7th ed. revised by H. K. Airy Shaw. Cambridge, University Press, 1966. 1214 i-/iii. p.

II PARTE SISTEMÁTICA

MONOCOTILEDONEAS

- 7. PALMERAS
- 8. AGAVACEAS
- 9. DIOSCOREACEAS
- 10. ORQUIDEAS
- 11. BROMELIACEAS
- 12. ESCITAMINEAS:
 - Musáceas
 - Zingibéraceas
 - Cannáceas
 - Marantáceas
- 13. ARACEAS
- 14. GRAMINEAS

PALMERAS

7

Las palmeras son después de los cereales, las plantas de mayor utilidad para el hombre de los trópicos. En esta familia la naturaleza ha concentrado las plantas oleaginosas de más alta eficiencia en la producción de aceites. Estos se hallan en los frutos y semillas, y son de aplicación en la alimentación y en la industria.

El fruto de las palmeras se compone de epidermis, suave o lignificada; de mesocarpo, que es carnoso en el dátil, seco y feculento en el pejibaye, fibroso en el coco, y rico en aceite en la palma africana; y del endocarpo duro, de espesor muy variable, que rodea por lo general 1 semilla y rara vez 3 ó más. El conjunto de endocarpo y semillas se designa corrientemente con el nombre de nuez.

Los aceites que se obtienen de las palmeras se conocen en el comercio con el nombre de aceites de palma cuando se extraen del mesocarpo, y de aceites de nuez si se extraen del endosperma de las semillas. Tienen una aplicación muy variada en la alimentación y en la industria. Su consumo actual en los Estados Unidos, por ejemplo, es superior al billón y medio de libras. Los nuevos usos en regiones industriales de Norte América y Europa y el incremento de su consumo para fines alimenticios en América Latina, donde la cantidad de grasas en la alimentación es muy baja, abren grandes perspectivas para la producción de aceites de coco y de palma africana en los trópicos americanos. La utilización racional de las palmeras silvestres, o la introducción al cultivo de algunas de esas especies, ofrecen también muchas posibilidades en la producción de aceites y grasas.

Usos secundarios de las palmeras se derivan de la cera que cubre las hojas de ciertas especies; de la presencia de partes comestibles en los frutos e inflorescencias; de fibras de las hojas, y del empleo muy común en los trópicos, del tronco y follaje como materiales de construcción. Tienen también gran valor como ornamentales.

COCOTERO, *Cocos nucifera*

El cocotero es la planta de mayor utilidad para los pueblos de los trópicos, sobre todo en el Lejano Oriente. En la alimentación tropical, el aceite de coco supl. grasas y algunos minerales y vitaminas esenciales. Se consume como fruta fresca

en todas las áreas en que crece; de la inflorescencia se obtiene una bebida refrescante o fermentada, y el tronco y las hojas suplen materiales de construcción abundantes y durables. Si el uso local de los productos del cocotero es básico en la

economía de los pueblos de Oriente, aún es mayor su valor como artículo de exportación, en forma de copra para aceite o de coir para fibra.

El coco es la oleaginosa más importante en el mundo. La producción exportable de copra se estima en 300 millones de toneladas métricas al año. Tres quintas partes vienen de la región comprendida por Filipinas, Indonesia, Malaya, Ceilán y Oceanía. América produce apenas un décimo de la producción exportable mundial, la mitad de la cual corresponde a México y el resto en su mayor parte a los países del Caribe. En África la copra se exporta especialmente de Mozambique. El consumo local de copra es muy difícil de estimar; India y Brasil, por ejemplo, son grandes productores, pero la primera tiene que importarla de Ceilán.

El primer uso industrial del aceite de coco fue en jabonería, por su alto contenido de ácido láurico que produce un jabón liviano y espumoso. Esta utilización ha disminuido bastante en los últimos años, reemplazada por otros productos industriales. Entre los usos actuales más importantes están la fabricación de margarina, cosméticos y lubricantes, y en menor grado de estearina, que se usa en la fabricación de velas; una vez extraído el aceite, la torta se emplea en la alimentación de ganado. La copra seca tiene un uso menor en confitería.

Sistemática

El cocotero pertenece a un género monotípico, es decir, de una sola especie, de la subfamilia de las Coccoideas, en la cual se incluyen géneros africanos y americanos. Por algún tiempo se atribuyeron al género *Cocos* varias especies americanas que ahora se colocan en *Syagrus* y *Arykuryroba*. Tanto los estudios anatómicos como sistemáticos han probado que el cocotero no tiene parientes afines en América.

Ecología

La distribución geográfica del cocotero abarca todas las áreas húmedas de los trópicos. Crece de preferencia en los litorales, aunque se conocen casos en que se desarrolla y fructifica normalmente muy lejos del mar. En las regiones cercanas al Ecuador se halla hasta 1.000 m. de altura. La producción comercial, sin embargo, está limitada a las llanuras litorales, donde crece mejor en suelos sueltos y bien drenados y con humedad permanente a escasa profundidad, condiciones que son más frecuentes en los llanos al pie de los cerros costeros. Requiere además, luz abundante y alta humedad en el aire. Resiste bien los suelos salinos; las sequías prolongadas le son muy desfavorables, y aunque la estructura del tronco y hojas parecieran protegerlo de los vientos huracanados, las plantaciones comerciales deben establecerse en lugares abrigados.

Origen y dispersión

Ha existido una discusión considerable sobre el área de origen del cocotero. Se ha sostenido que es originario de América, de donde se expandió al Oriente, o que es de origen asiático y fue traído a América con o sin la intervención del hombre. Para entender el problema del origen y dispersión se deben tomar en cuenta los hechos siguientes.

1. La distribución geográfica del cocotero antes de los grandes descubrimientos comprendía en Asia, la región tropical de India y Ceilán, en donde su cultivo se remontaba a unos tres siglos antes de la era cristiana; Oceanía, en que aparentemente era de cultivo mucho más reciente; unas pocas localidades de África; y en América, la costa del Pacífico, de Panamá al norte hasta México y posiblemente hacia el sur hasta Ecuador. El área americana era limitada; no había llegado aún a las costas del Atlántico, aunque poco

después de la Conquista, españoles y portugueses lo extendieron tanto en el litoral pacífico hasta el norte de México, como en las Antillas y Sur América. Es posible que fuera llevado de India a Brasil; los portugueses lo distribuyeron también en Africa Occidental. Su utilización en América colonial no era tan completa y variada como en Oriente.

2. Por su dispersión natural el cocotero es una de las plantas más comunes en las islas desiertas de formación coralina, en Oceanía, a cuyas costas arriban los frutos llevados por las corrientes marinas. Es también una de las primeras plantas colonizadoras en las islas volcánicas de aparición reciente, sin que medie ninguna intervención humana. El coco flota con facilidad y tiene cáscara gruesa que impide la entrada del agua. Estudios experimentales han probado que la fruta puede permanecer en el mar hasta 110 días sin que se afecte su germinación; en este período las frutas podrían recorrer unos 6.000 Km. arrastradas por las corrientes.

3. La mayor variabilidad actual del coco se halla en Polinesia. Es también en esa región donde su cultivo es más intenso y su uso más amplio.

4. Ciertos factores biológicos contribuyen a aclarar el problema. Los insectos parásitos del cocotero presentan un porcentaje variable entre específicos y ocasionales. Los primeros llegan a ser el 90 por ciento en Oceanía, 4 por ciento en Africa y 20 por ciento en América. Esto podría indicar que en Oceanía es donde los insectos han evolucionado más su parasitismo y por lo tanto, donde el cocotero es más antiguo. En esa última región se ha desarrollado también un caso interesante de simbiosis, que indica la antigüedad de la especie. Darwin describió la biología del cangrejo de los cocoteros, un crustáceo con pinzas delanteras poderosas, que le permiten desgarrar la cáscara y la fibra, y abrir los poros de la semilla. Una vez que ha conseguido esto,

introduce las patas posteriores que son más finas y extrae la copra de que se alimenta. Estudios recientes han mostrado que la grasa acumulada por el cangrejo es de composición más parecida al aceite de coco que a los aceites animales.

5. Las pruebas fósiles en general contribuyen poco al esclarecimiento del área original de una planta. Eso se debe a que la distribución de los continentes y sus posibles áreas intermedias en los períodos geológicos, pueden ser muy diferentes de los actuales. Cocos fósiles se han encontrado en Nueva Zelandia e India.

6. Por último el factor humano ha sido el más discutido en la dispersión del cocotero. Existen dos hipótesis opuestas: la primera sostiene que el cocotero es originario de Sur América, posiblemente de Colombia, de tierra firme, y que fue llevado por el hombre a través del Pacífico a Oceanía, en épocas anteriores a la Conquista. La segunda teoría en su forma actual, indica que el cocotero se originó posiblemente en el litoral del Mar Indico, y fue llevado a Oceanía, de donde se extendió poco a poco por todas sus islas tropicales, y pudo llegar hasta América por dispersión natural debida a corrientes marinas, o por intermedio del hombre.

La primera alternativa de la segunda hipótesis parece más de acuerdo con los conocimientos actuales del problema, que aún sigue en discusión.

Morfología y estructura

El cocotero es una palmera típica, que alcanza de 10 a 15 m. de altura, de tronco sin ramificar y entrenudos cortos. El estípote termina en un penacho de hojas grandes, muy divididas; la base del tronco es cónica y muy desarrollada, y de ella parten numerosas raíces fibrosas.

El cocotero tiene una fase juvenil, durante la cual desarrolla raíces y hojas, y el tronco no se alarga. La base del tronco adquiere entonces una forma cónica.

amplia, y por lo común inclinada. La etapa juvenil dura de 3 a 4 años y permite el desarrollo de un follaje vigoroso. Una vez concluido este período se inicia el alargamiento del tallo y la producción continua de nuevas hojas; la vida activa del cocotero dura de 40 a 100 años.

Raíces adventicias

Durante el período juvenil se forman raíces adventicias primarias, que continúan apareciendo hasta la madurez de la planta; su número total varía entre 4.000 a 8.000 por planta. Son cilíndricas, de 1 a 8 m. de largo y de cerca de 1 cm. de diámetro. Se ramifican en secundarias, que a su vez llevan raicillas finas y de poca duración. Las raíces primarias están provistas de neumatóforos, órganos que permiten el intercambio de aire entre el medio y la planta. Las raíces jóvenes están constituidas por tejidos blancos y suaves y protegidas por un capuchón fuerte en el extremo, detrás del cual está el área absorbente, que mide de 5 a 120 cm. de largo. Esta área permite a cada raíz absorber hasta 2 cc. de agua por día; como una palmera tiene de 2.000 a 3.000 raíces activas puede consumir unos 5 litros diarios.

La distribución horizontal de las raíces depende del tipo de cultivo y las condiciones del suelo. Las primeras raíces crecen casi verticalmente, por 3 a 6 m. de longitud, o hasta alcanzar la capa de agua. Otras crecen más inclinadas o casi horizontales, y ocasionalmente pueden llegar hasta 20 m. del tronco. Las raíces horizontales alcanzan hasta 4 m. de profundidad; se ramifican más que las profundas, y la cantidad de raíces finas y absorbentes que emiten es mucho mayor cerca de la superficie del suelo. Si la capa de agua sube, muchas raíces mueren y si desciende, aquellas se ramifican y forman nuevas raíces.

En el cocotero las raíces adventicias tienen casi el mismo diámetro y son rectas o ligeramente onduladas. Su color va-

ría de blanco a pardo oscuro, pasando por púrpura y rojo, según la edad. Las raíces de un año son todas blancas, y a los 7 a 10 años adquieren un color castaño oscuro uniforme. En una misma raíz se pueden observar todos los estados intermedios. Su crecimiento es estacional, y por lo general más activo durante las épocas lluviosas. Crecen con rapidez en los primeros años y muy lentamente después, y su actividad cuando las condiciones físicas del suelo son favorables, es tan larga como la vida de la planta. Así cocoteros de 40 ó más años en suelos francos pueden mostrar todas sus raíces vivas. Las raíces viejas requieren humedad en forma menos intensa y sirven para almacenar sustancias de reserva.

Las raíces finas salen de las primarias o secundarias en ángulo recto, y se pueden ramificar de 3 a 5 veces, dando origen a raicillas de varios órdenes, algunas de ellas muy finas. La vida de estas raicillas es muy corta. Son más numerosas cerca del tronco, y miden de 1,5 a 2 cm. de largo. En el cocotero no existen pelos absorbentes.

La estructura de la raíz del cocotero es típica de las palmeras. En las raíces jóvenes o en la parte absorbente de las raíces maduras, hay una epidermis formada por una sola fila de células, a través de la cual se hace la absorción, pues como se indicó antes, no existen pelos absorbentes. La epidermis desaparece pronto para dar lugar a la exodermis, una estructura más profunda, de células gruesas, que se endurece conforme avanza la edad de la raíz. Debajo de la exodermis están los tejidos corticales, formados por parénquima en las raíces nuevas; conforme la raíz envejece, los tejidos corticales inmediatos a la exodermis se lignifican y forman una vaina dura que recubre toda la raíz. En el resto de la corteza hay numerosos espacios aéreos y células llenas de taninos, pero faltan las fibras. El cilindro central está separado de los tejidos de la corteza por el periciclo, formado por una sola capa de células. Hacia el interior se encuentran de 25 a 40 haces

vasculares, separados entre sí por rayos de parénquima y rodeados por grupos de células de esclerénquima, que dan mayor rigidez al cilindro. En estos haces los vasos de xilema son bien visibles, y el floema, en cambio, aparece poco desarrollado. En la madurez el centro del cilindro central está ocupado por un espacio vacío.

Tallo

En condiciones normales el tallo del cocotero es cilíndrico, pues su diámetro disminuye muy progresivamente hacia el ápice. En éste hay un meristema terminal, que produce hojas e inflorescencias y mantiene el crecimiento apical. Las hojas dejan cicatrices permanentes en el tronco, que lo dividen en entrenudos de diferente longitud.

Los tallos de las palmeras poseen una gran elasticidad y pueden resistir altas tensiones durante los huracanes; por lo común se inclinan en la dirección opuesta al viento predominante. En el cocotero su estructura muestra, en la planta adulta: una región cortical formada por células de paredes gruesas, que realmente no forman una corteza sino un tejido protector, periderma o ritidoma, que se origina de una capa profunda, el felógeno. En el cocotero como en la mayoría de las Monocotiledóneas, las heridas hechas a la corteza no se regeneran. Después del ritidoma hay un área en que abundan las fibras y hay muy pocos haces vasculares. Hacia el interior del tronco éstos son más abundantes, para escasear de nuevo en la parte central. Los haces y fibras están separados por espacios reducidos de parénquima, en que abundan células con taninos. Hay haces vasculares de varios tipos; los más corrientes están formados de xilema, en forma de 1 ó 2 grandes vasos rodeados por parénquima, y de tejidos de floema, poco desarrollados, limitados hacia afuera por una fuerte capa de esclerénquima.

Hojas

La planta adulta tiene una corona de hojas formada por 30 a 40 hojas abiertas, y un número doble de otras que aún no se han desarrollado. Entre las hojas adultas hay de 10 a 15 ya inactivas, en cuyas axilas han madurado los frutos; otras 10 a 15 tienen racimos en maduración y 10 a 12 llevan inflorescencias por abrir. Las hojas sin desarrollar forman el palmito, una masa blanca y compacta, alrededor de la zona apical de crecimiento.

Las hojas en la corona están dispuestas en una filotaxia de 2/5, en 5 espirales que corren hacia la derecha o a la izquierda, cuya dirección puede reconocerse por la primera de las inflorescencias. Si ésta sale hacia la derecha del peciolo, la espiral corre a la izquierda y viceversa. La posición de las espirales varía de planta a planta; es permanente en una palmera y no es hereditaria.

La hoja adulta mide de 2 a 4 m. de largo y lleva de 150 a 250 folíolos opuestos. El peciolo es fuerte, acanalado arriba, en forma de quilla abajo. Hacia la base se expande en una vaina que se adhiere firmemente al tronco y que debe soportar el peso del racimo maduro. Las estípulas, que salen de la base de las hojas, son fibrosas y permanentes.

Las hojuelas son reduPLICADAS, o sea con la lámina doblada hacia abajo, de 75 a 100 cm. de largo en la parte inferior, de unos 50 cm. en el ápice (Fig. 7.1 A). Su estructura y movimientos se han estudiado detenidamente. El folíolo consta de un peciolulo fuerte, que no se inserta directamente en el raquis de la hoja sino que corre paralelo, y de una lámina doblada, coriácea, verde, colocada más o menos verticalmente. En corte transversal aparece la epidermis superior lisa, formada por una fila de células cutinizadas; debajo de ella hay dos capas de células, la hipodermis. El centro de la hoja o mesofilo está ocupado por parénquima de empalizada. La hipodermis inferior se forma de una sola capa de células, y la epidermis inferior es ligeramente surcada y lle-

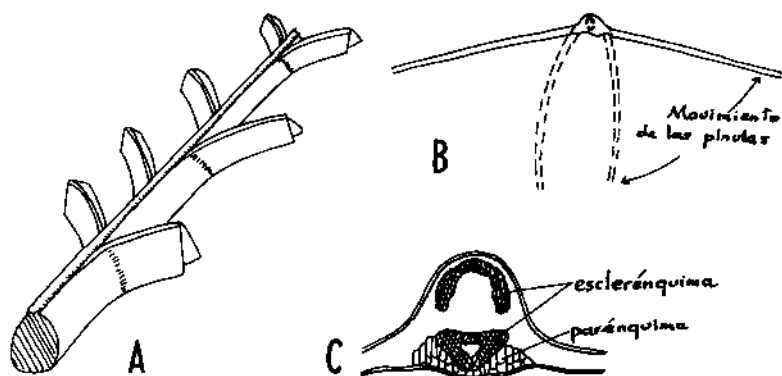


Fig. 7.1. *Cocos nucifera*. cocotero. A, raquis de la hoja. B, movimiento de las pínulas. C, corte transversal de un folíolo en el nervio central.

va numerosas filas de estomas, con pelos cortos y escasos. Las fibras son más corrientes hacia la parte superior del folíolo. Los haces vasculares, en cambio, ocupan todo el centro de éste; están rodeados por una vaina de esclerenquima y llevan 1 ó 2 grandes vasos de xilema y bandas angostas de floema.

El nervio central del folíolo es una estructura especializada para facilitar el movimiento de la lámina (Fig. 7.1 B, C). Debajo de la epidermis superior, gruesa y cutinizada, hay una capa de parénquima y luego una masa cóncava de fibras, dentro de la cual hay 6 ó más haces vasculares. La parte inferior del nervio está ocupada por una banda triangular de fibras, y a sus lados hay tejidos de paredes muy delgadas que llegan hasta la hipodermis inferior. Cuando estos tejidos se llenan de agua, llevada por uno de los haces vasculares, se expanden considerablemente y levantan la lámina del folíolo. Por el contrario cuando pierden agua, por exceso de transpiración, por ejemplo, se contraen y la lámina se mueve hacia abajo. Estos movimientos, en que los tejidos de expansión actúan a manera de bisagra, son facilitados por la superficie rugosa de la cara inferior de los folíolos.

Inflorescencia

La inflorescencia se compone de un espádice que aparece en las axilas de las

hojas, cubierto por una espata superior, cóncava, coriácea, verde amarillenta en la parte externa, que cae al abrirse la inflorescencia. El espádice consta de un eje central de 0,5 a 1,5 m. de largo, muy ramificado. Cada ramilla del espádice lleva en su parte superior muchas flores estaminadas, solitarias o en grupos, y en la parte inferior de 2 a 5 flores pistiladas (Fig. 7.2 A).

Las flores estaminadas (Fig. 7.2 B) tienen un perianto de 6 partes, alargadas y sueltas; las 3 internas más grandes rodean a 6 estambres, que producen polen en abundancia. Al centro de la flor hay un pistilo atrofiado.

Las flores pistiladas (Fig. 7.2 C y D) tienen también un perianto de 6 partes, pero éstas cubren completamente el gineceo y son más o menos del mismo tamaño. Hay además 2 bracteolas basales. El ovario es un cuerpo globoso, en el que se pueden distinguir 3 lados, y termina en un estigma de 3 ramas.

Biología floral

Los estudios de la biología floral en el cocotero han dado resultados contradictorios. Esto puede atribuirse a diferencias de estación, variedad o ambiente.

Los factores hereditarios determinan la primera floración, que ocurre en los cocoteros enanos al tercer año y en los cul-

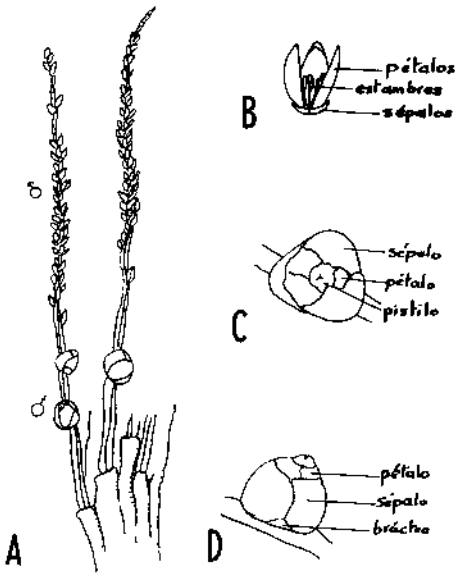


Fig. 7.2. *Cocos nucifera*, cocotero. A, ramillas de la inflorescencia con flores estaminadas en la base y pistiladas en el ápice. B, flor estaminada. C y D, flores pistiladas.

tivares altos después del quinto, por lo general al doceavo año.

Las inflorescencias se abren consecutivamente y en cualquier época del año es normal que en una planta sólo haya una en antesis. Las flores estaminadas son las primeras en abrirse, unos 15 días después de caerse la espata y hay flores abiertas por un período de 25 a 40 días. Se abren primero las situadas en el ápice de las ramillas del espádice. La antesis ocurre de 8 a 10 a.m. y el polen es fértil por unos 6 días.

Durante el período en que se abren las flores pistiladas, que dura unos 15 días, la inflorescencia toma una posición colgante, y de las flores brota miel en abundancia. El pistilo es receptivo por unos 3 días, y es normal que las flores pistiladas sean receptivas cuando las estaminadas ya han caído, de modo que por lo general en una inflorescencia la polinización es cruzada. La excepción más notable se presenta en los tipos enanos, en que los períodos de receptividad del estilo y de producción de polen, coinciden en la mayor parte de su

extensión. Puede ocurrir también polinización entre flores de la misma inflorescencia en los cocoteros altos, si los dos períodos no están bien separados, lo que tiende a suceder en ciertas épocas del año, o entre inflorescencias de la misma planta, debido a la coincidencia en antesis entre dos inflorescencias consecutivas.

Los agentes de polinización son tanto el viento como los insectos. Estos últimos visitan las flores en busca de miel, la cual es segregada por glándulas situadas en la parte interna de las flores.

Fruto

El ovario del cocotero se forma de 3 carpelos, de los cuales sólo uno se desarrolla; los otros 2 se atrofian en las primeras etapas de la vida del fruto. Como cada carpelo lleva un óvulo, el fruto maduro consta de un solo carpelo desarrollado con una semilla, pero la presencia de los otros carpelos originales se advierte aún en los 3 poros que se hallan en la base de la nuez, y en el diferente tamaño de las áreas que corresponden a los carpelos atrofiados y al fértil.

El fruto es al principio cónico, y cuando alcanza la madurez ovoide, elipsoidal o casi esférico, pero conserva los 3 lados originales, con los bordes muy redondeados.

En su estructura interna se distinguen 3 partes: exocarpo, mesocarpo y endocarpo (Fig. 7.3 A). El exocarpo consiste de tejidos fibrosos, duros, verdes, que en ciertos cultivares se tornan amarillos, rojos o castaños en la madurez.

El mesocarpo se compone de un tejido principal de parénquima, que al principio es transparente y cuando madura el fruto se seca y adquiere un color café oscuro, y de numerosas fibras que recorren el fruto en sentido longitudinal. Las fibras del coco (Fig. 7.3 B) se componen de una envoltura de colénquima que rodea por completo a los haces vasculares, y a veces tienen hacia la parte exterior cuerpos pequeños y silicificados. El floema apare-

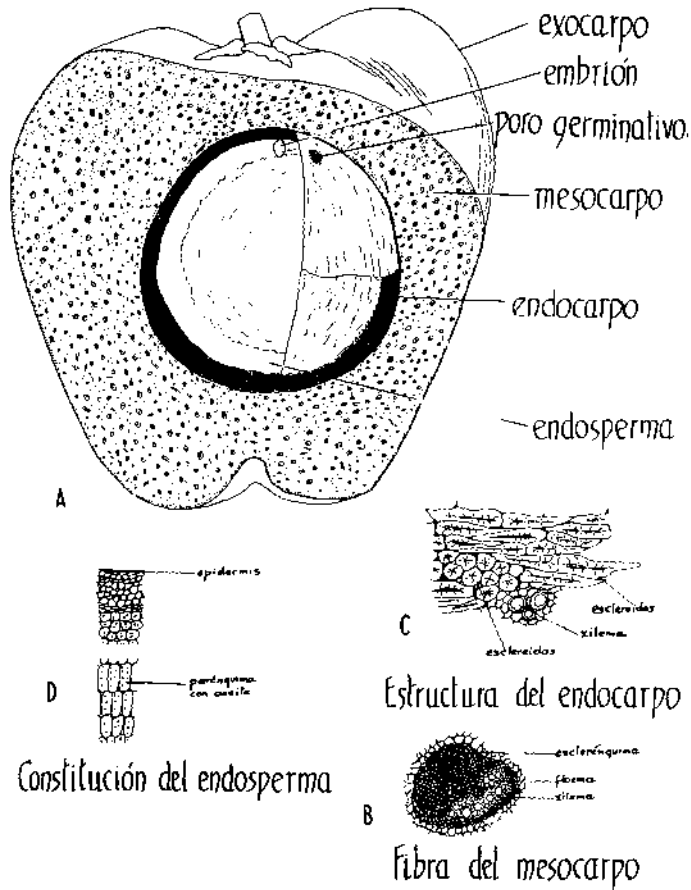


Fig. 7.3. *Cocos nucifera*, cocotero. A, corte transversal del fruto. B, fibra del endocarpo. C, estructura del endocarpo. D, constitución del endosperma.

ce en dos cordones separados y el xilema en uno solo. Las fibras del mesocarpo, después de un largo proceso de separación, son un importante artículo de comercio, el coir, que se utiliza en la fabricación de alfombras, felpudos, mecates y otros artículos. India es la principal exportadora de artículos de coir.

Desde el principio del desarrollo del fruto la parte más importante es el endocarpo. Se compone primero de células de paredes gruesas y translúcidas, que conforme avanza la maduración se oscurecen y se hacen más compactas; este proceso se inicia en el ápice y continúa hasta la base. El endocarpo no se endurece del todo en el poro que corresponde

al óvulo fértil, pero cubre por completo los otros dos. En la madurez (Fig. 7.3 C) es una estructura de color café oscuro, muy dura y compacta, constituida por células pétreas o de esclerenquima, de paredes muy gruesas, formadas de capas concéntricas y atravesadas por perforaciones sencillas o ramificadas, que comunican el centro de una célula con sus vecinas. Las células pétreas, en una sección longitudinal del fruto, aparecen en su mayoría alargadas; otras en menor número, forman grupos aislados, y son redondeadas e isodiamétricas. Numerosos haces vasculares recorren también el endocarpo y se distinguen por su color más claro. El grosor del endocarpo varía desde unos

pocos milímetros en los cultivares enanos, hasta casi 1 cm. en los tipos corrientes. Se utiliza por sus características de color y dureza en la fabricación de artículos ornamentales; su uso principal es como combustible en los secadores de copra.

El endocarpo y la semilla propiamente dicha forman lo que se conoce en el comercio como la nuez de coco.

Semilla

La parte económicamente más importante del coco es la semilla. La cubierta o testa es una capa muy delgada de células irregulares, de color castaño claro, debajo de la cual se halla el endosperma y un embrión muy pequeño, situado en la región basal.

El endosperma joven consiste tanto de capas celulares como de una sustancia líquida, que contiene muchos núcleos flotantes que no se dividen; esa sustancia es absorbida lentamente por las partes sólidas. En la madurez está formado por dos capas (Fig. 7.3 D); la externa incluye varios estratos de células isodiamétricas y la interna células alargadas en sentido radial. En ambas capas las paredes son delgadas y el lumen rico en esferitas de aceite, cristales y granos de aleurona. En la producción comercial el endosperma se seca artificialmente; se le conoce con el nombre de copra y se exporta o procesa localmente para obtener el aceite de coco o para usos menores en confitería. El coco fresco y la copra son buenos alimentos, aunque escasos en minerales y vitaminas. En la copra hay de 7 a 8 por ciento de proteínas y 17 a 18 por ciento de carbohidratos. La torta, una vez extraído el aceite, contiene 20 por ciento de proteínas y 40 por ciento de agua.

Germinación

El proceso de germinación en el cocotero y otras palmeras se inicia con el desarrollo del embrión que forma la plántula, y de un órgano especial, el haustorio,

destinado a absorber nutrimentos de los tejidos del endosperma (Fig. 7.4). Este órgano crece en las primeras semanas hasta formar un cuerpo esférico, suave y carnoso, llamado corrientemente manzana. Sus tejidos esponjosos están recorridos por haces vasculares que convergen en el poro, y trasladan a la plántula las sustancias nutritivas que el haustorio obtiene por digestión del endosperma. Concluido con éste, el haustorio termina su función y se desintegra. Se cree que absorbe también sustancias nutritivas hasta del endocarpo.

Por otra parte el embrión abre el poro del endocarpo, cerrado por un tapón de tejidos suaves, y penetra en el mesocarpo, donde crecen sus raíces y absorben sustancias nutritivas. Luego rompe el exocarpo y sale al exterior, emitiendo raicillas que alcanzan el suelo. La plúmula se abre entonces y aparecen las primeras hojas. Este proceso tarda de 3 a 4 meses.

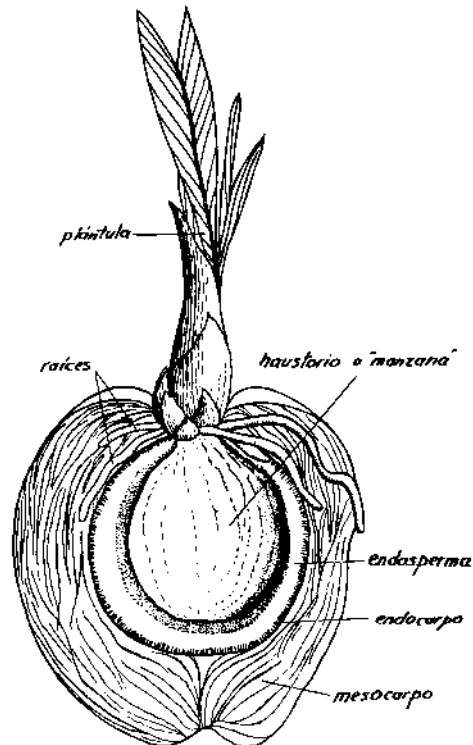


Fig. 7.4. *Cocos nucifera*, cocotero. Desarrollo de la plántula.

La plántula una vez en tierra, emite de 8 a 10 hojas bifidas. Cerca de año y medio después de que se inicia la germinación aparecen las primeras hojas pinnadas y entra en la fase juvenil.

Variación

No existen estudios detallados sobre la variación en cocotero. Se puede hacer una clasificación, basada en porte y biología floral, en cocos enanos y cocos altos. Los primeros difieren en el tamaño menor; son más precoces; producen frutas más pequeñas y de inferior calidad, y su período productivo es más corto. Su origen se atribuye a mutaciones aparecidas en poblaciones normales, en localidades diferentes. La mayoría de ellos son autofértiles, pues coincide en la misma inflorescencia la producción de polen con la presencia de estigmas receptivos, y por lo tanto representan poblaciones relativamente uniformes. Su cultivo es reciente. Se dividen por el color del fruto en verdes, amarillos y rojos. Dentro de estos colores básicos hay poblaciones con distintas tonalidades. En plantaciones comerciales se ha observado que en la descendencia de cocos enanos verdes, aparecen algunas veces cocos altos. No se ha observado lo mismo en los tipos rojos y amarillos.

Los cocoteros altos forman poblaciones interfértiles en que por desplazamiento genético se formaron grupos de individuos

de cierta homogeneidad, pero cuyo carácter genotípico y su polinización cruzada no pueden asegurar progenies uniformes. A estas poblaciones se las ha llamado variedades y reciben nombres locales.

Se conoce poco de la variabilidad de caracteres en el cocotero. Los que se han observado y sirven de base para separar los cultivares, se refieren especialmente al fruto:

1. la forma varía desde elipsoidal, 'Típica' o 'Laguna', hasta ovoide 'Gigante' o casi esférica 'Pusila'; en algunos casos la base y el ápice son mamelonados, 'Maldivas';

2. tamaño, que se expresa en el número de nueces que dan una tonelada de copra; así en 'San Ramón', un cultivar de Filipinas, de 3.300 nueces se obtiene una tonelada de copra mientras que de 'Laguna' se necesitan 5.600 nueces;

3. color del epicarpo, que varía en tonalidades de verde, amarillo, rojo y castaño, carácter que parece heredarse por el lado materno;

4. grosor del endocarpo, que varía desde muy grueso hasta muy delgado. Se sabe también que hay gran variación en el número de nueces por planta y de ciertos caracteres vegetativos difíciles de definir, como la forma, tamaño y posición de las hojas; color del tallo; grosor del tronco. En todos los cultivares la calidad y cantidad de copra es la característica comercial de mayor importancia, la cual depende tanto de factores hereditarios como de condiciones ambientales.

PALMA AFRICANA DE ACEITE, DENDEZEIRO, *Elaeis guineensis*

La palma africana es la oleaginosa más importante después del cocotero. Su valor de exportación es aún superior. La producción comercial llega a 600.000 toneladas métricas, que se exportan de Nigeria (174.000), Congo (175.000), Indonesia (130.000), Malasia (83.000), y el resto de diferentes repúblicas africanas. Europa y Estados Unidos son los principales

importadores, en los que se nota la tendencia a aumentar el consumo; en el último país la soya constituye un nuevo y serio competidor.

Origen

El género *Elaeis* incluye sólo dos especies, *E. guineensis*, de los trópicos de Africa

tropical y *E. melanococca*, de la región americana, de México a Brasil. Esta última especie ha sido colocada en otro género, *Corozo*, y se la ha llamado *Corozo oleifera*. No parecen haber bases suficientes para confirmar esta separación, pues las dos especies son muy afines morfológicamente y se han obtenido híbridos entre ellas. La distribución geográfica del género ha sugerido la hipótesis del origen americano de *E. guineensis*. No existen, sin embargo, pruebas botánicas o históricas que la confirmen. Por el contrario el uso de la palma de aceite, aunque no es muy antiguo en Africa, es más extendido y variado.

No se hallan en Africa palmas de aceite en estado completamente silvestre. Muchos de los palmerales en zonas des pobladas de ese continente, pueden trazarse a sembríos hechos por comunidades desaparecidas.

El desarrollo industrial de las explotaciones de palma de aceite es relativamente reciente. Han tenido especial importancia en el comercio de exportación primero en Indonesia y Malaya, y después en Africa. En América Latina, donde el déficit de grasas es muy alto y obliga a una fuerte importación, el cultivo comercial de la palma de aceite, iniciado en pequeña escala en Honduras y Costa Rica hace algunas décadas, se ha establecido intensamente en Colombia, Ecuador y Venezuela hace poco. La palma de aceite fue introducida en el Noreste de Brasil por los esclavos negros, y en ese país, donde se ha naturalizado en muchas áreas, se le conoce aún con el nombre africano de dende.

Ecología

La distribución geográfica de la palma en su habitat natural abarca la región guineana, hasta el Río Senegal (12° N); al sur hasta Loanda (16° S), y por el este hasta el Lago Alberto. En Madagascar existen poblaciones que por su aisla-

miento son muy diferentes, y hasta se han descrito como otra especie.

La palma necesita alta humedad, entre 1500 a 2500 mm. al año; luz abundante, pues este factor es básico para la formación del follaje y de las inflorescencias; humedad mínima de 75 por ciento, y temperatura media entre 24 a 26° C, con un mínimo no menor de 18° C. Los suelos deben ser fértiles y bien drenados, pues la expansión del sistema radical no es muy amplia. En las áreas de humedad óptima, como en Malaya, las características del suelo son los factores determinantes del rendimiento.

Morfología general

La palma africana forma un tronco cilíndrico, sin ramificaciones basales, de 15 a 20 m. de alto, y llega en casos excepcionales hasta los 30 m. (Fig. 7.5 A). El crecimiento en altura fluctúa entre 30 a 60 cm. al año. El tronco es un poco más ancho hacia la base y tiende a conservar un diámetro uniforme en su parte superior. Su forma no se puede apreciar con claridad porque las hojas no son caedizas como en el cocotero, sino que bases y estípulas permanecen hasta 12 años después de su etapa funcional. En cultivo las hojas se cortan a menudo para que no impidan el desarrollo de los racimos, y por lo tanto el tronco no es visible sino en los ejemplares muy viejos.

Hojas

El follaje se forma continuamente de primordios foliares situados en la parte superior del tronco, del que nacen hojas e inflorescencias. En los primeros 5 a 6 años, o sea en la etapa juvenil de la palma, se abren de 30 a 40 hojas por año; luego por un largo período se forman sólo unas 20 por año, antes de iniciarse la decadencia.

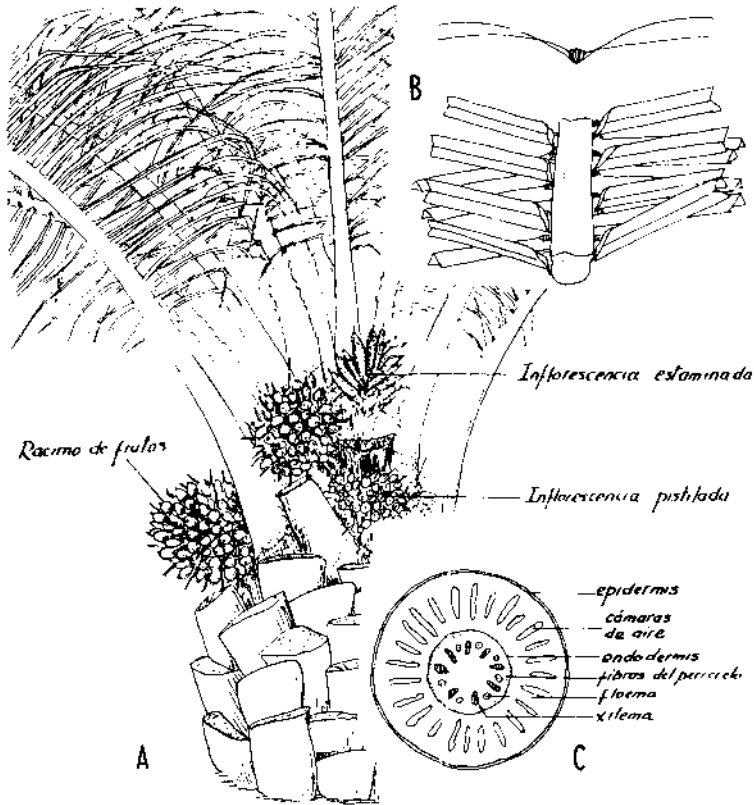


Fig. 7.5. *Elaeis guineensis*, palma africana de aceite. A, porte. B, hoja vista de frente y de perfil. C, estructura de la raíz.

En la palma de aceite el follaje es de primaria importancia para determinar el rendimiento. A cada hoja corresponde una inflorescencia, y el tamaño y desarrollo de ésta depende de la cantidad y estado del follaje. Las hojas en la palma africana están colocadas siguiendo 2 espirales; una que corre de derecha a izquierda, en que hay 8 hojas entre las que están en la misma línea vertical, y otra de la izquierda a derecha, con 5 hojas intermedias. En la planta joven, hasta los 6 meses, las hojas son enteras, las primeras tubulares, las siguientes convexas y más abiertas. Después de los 6 meses las hojas que se forman tienen la lámina entera en la parte superior y dividida en varios folíolos en la inferior. El número de éstos es de 4 a 10 en los primeros años; de 12 a 30 en el segundo. Finalmente las hojas formadas en la etapa madura, que

se inicia entre el tercero y cuarto año, sólo están constituidas por folíolos, cuyo número varía de 120 a 150.

La hoja lleva en su base una vaina, que la protege en sus primeras etapas de desarrollo, la cual en las hojas adultas aparece fragmentada, con fibras sueltas y entrecruzadas. El eje de la hoja, ligeramente convexo, se divide en una parte peciolar, basal y más ancha, en cuyos bordes aparecen espinas planas, gruesas y agudas, y en un raquis en que se insertan los folíolos. En la zona de separación entre peciolo y raquis, las espinas adyacentes a las hojuelas superiores tienen láminas reducidas.

Los folíolos lineares se insertan en el raquis en dos filas, colocadas en diferentes ángulos, una superior, que sale del borde del raquis, y otra inferior, insertada debajo de la primera, a diferentes niveles

(Fig. 7.5B). Hay mucha variación en las posiciones de los folíolos, debido a que la parte pulvinar permite que la lámina tome cualquier ángulo. En general en la mitad basal son horizontales, y luego toman posiciones diferentes.

Los folíolos son reduplicados, como en el cocotero, y se doblan en ángulo, sobre el nervio central.

La estructura de la hoja es dorsiventral; en las caras superior e inferior la epidermis está compuesta de células de paredes externas engrosadas; en la epidermis inferior hay filas cortas de estomas. La hipodermis está constituida en ambos lados por sólo una capa de células. Hay fibras de posición central, y haces vasculares, algunos que ocupan todo el ancho de la hoja. En el nervio central como en el cocotero, se hallan 2 áreas de células de expansión, una a cada lado, que funcionan de manera similar a la descrita en esa especie. Los anillos de colénquima en el nervio central están más desarrollados en la palma africana que en el cocotero.

Raíces

La parte inferior del tallo de la palma de aceite es un cuerpo rollizo, hemisférico, blancuzco, del que salen en una planta adulta hasta 10.000 raíces primarias. El sistema radical en esta especie, como en el cocotero, se compone de raíces primarias, de 5 a 10 mm. de diámetro, con un promedio de 5 m. de longitud, que se dirigen especialmente hacia abajo, y alcanzan hasta 3 m. o más de profundidad. Otras raíces primarias recorren la parte superficial del terreno y pueden llegar hasta 10 m. del tronco.

Las raíces primarias dan lugar a secundarias, de 2 a 5 mm. de diámetro; éstas a terciarias de 1 a 2 mm. y aún hay raíces de cuarto orden. Las secundarias son más numerosas en los niveles superiores, cerca de la superficie. La mayor concentración de raíces finas se halla en un radio de unos 40 cm. del tronco, y llega hasta 30 cm. de profundidad.

Las raíces de las palmeras se renuevan constantemente de yemas que brotan de la base de la planta. Las raíces viejas o muertas permanecen adheridas por largo tiempo, debido a la solidez del cilindro central, y es corriente que una raíz nueva ocupe el túnel dejado por una raíz seca.

Las raíces aéreas son frecuentes en la palma de aceite. Su función es poco conocida. Se hallan en las bases de las primeras hojas, cuyas axilas están ocupadas por helechos y otras plantas epifitas, que depositan cantidades considerables de desechos orgánicos. Estas raíces son de color rojizo y presentan surcos transversales característicos.

Las raíces de *Elaeis* son cilíndricas y presentan protuberancias o neumatóforos, especialmente en las de tercer orden. Los neumatóforos son cuerpos cónicos, cuya función principal es suplir de aire a la raíz, y son comunes en las plantas que viven en suelos inundables. En un principio estos órganos no se distinguen de las raicillas, pero conforme crecen se abre la epidermis y los tejidos corticales externos, y dejan salir al cilindro central rodeado de parte de la corteza, y cubierto por una capa o piloriza. Algunas veces del neumatóforo se desarrolla una raicilla.

La estructura de la raíz (Fig. 7.5 C) muestra una larga adaptación a las condiciones cambiantes de humedad en los suelos de los trópicos. La epidermis se forma de células cuyas paredes externas están engrosadas; debajo de ésta, la hipodermis se compone de 3 ó más capas de esclerénquima, que en las raíces viejas en que la epidermis ha desaparecido, forma una superficie fuerte que rodea la raíz. Los tejidos corticales se dividen en 2 regiones: la primera, externa, formada por células irregulares de parénquima; la interna constituida por 5 a 8 capas de células de paredes más gruesas. En estas dos áreas de parénquima se abren, conforme avanza la edad de las raíces, lagunas de longitud radial, que se llenan de sustancias viscosas y al final llegan a ocupar casi todo el espacio que deja el pa-

rénquima cortical, que se reduce a paredes radiales de pocas células de espesor. Al mismo tiempo con este proceso ocurre el endurecimiento de las capas de la hipodermis. Hacia el centro de la raíz e inmediatamente después del parénquima cortical, está la endodermis, la cual se forma de una capa de esclerénquima de células alargadas en sentido tangencial. El cilindro central se compone de periciclo, situado debajo de la endodermis, el cual se reduce en el crecimiento de la raíz a unas pocas capas de células de parénquima, y de haces vasculares que forman un círculo debajo del periciclo. En los haces hay grupos de floema y xilema separados por parénquima; en el xilema se presentan lagunas de corte circular u oval. En las raíces viejas el xilema forma un cilindro fuerte y grueso, como de madera, en cuyo centro queda un espacio reducido ocupado por parénquima.

El sistema radical de la palma de aceite ofrece un sostén eficiente; casi no se conocen casos de palmeras desarraigadas aún por las tormentas más fuertes. Está adaptado también para la absorción de sustancias nutritivas y agua, pues si el área absorbente está poco desarrollada en una raíz, el alto número de éstas y su renovación continúa compensan esa deficiencia. La estructura de la raíz, con un cilindro exterior denso y poco permeable, de parénquima ocupado por lagunas y espacios aéreos, y de cordón central fuerte, formado por haces vasculares, las protege de pérdidas de agua y ofrece un sistema mecánico de gran resistencia.

Inflorescencias

Las especies de *Elaeis* tienen inflorescencias axilares, unisexuales. Las primeras aparecen aproximadamente a los 2 años, y a partir de esa edad hay una por cada hoja que se abre. El desarrollo del primordio a la antesis dura cerca de 3 años, y es hacia los 2 años cuando se determina el sexo de una inflorescencia. La palma africana produce inflorescencias de

uno y otro sexo por períodos alternos. La duración de ese período varía desde pocos meses hasta dos años, pero el número de inflorescencias formado por una planta es bastante constante de período a período. Los períodos de sexualidad son diferentes de una planta a otra, lo que asegura la posibilidad de una fertilización constante dentro de un grupo de palmeras. Ciertas condiciones fisiológicas afectan la determinación del sexo; en plantas en que el follaje se ha disminuído drásticamente, se observa un incremento notable, de 8 a 1, de racimos estaminados sobre pistilados.

La inflorescencia pistilada es un racimo globoso, cubierto al principio por 2 espatas, y protegido en la base por 5 a 10 brácteas duras y puntiagudas, que llegan a medir hasta 15 cm. de largo. El racimo es sostenido por un pedúnculo corto y fuerte, y lleva al centro un raquis esférico, en el que van insertadas numerosas ramillas o espigas (Fig. 7.6 A) cada una con varias flores. En la base de cada flor hay una bráctea dura y aguda, que envuelve no sólo la flor pistilada sino también los rudimentos de flores estaminadas no funcionales. La flor pistilada (Fig. 7.6 B) se forma de un ovario globoso, cubierto por 8 bracteolas anchas, delgadas y duras. Las 6 internas se denominan tépalos, y se dividen en 2 verticilos de 3; en la antesis son blancas con áreas verdosas, y recubiertas de un polvo fino en el lado externo. Por último el ovario está rodeado en su parte inferior por una corona de 6 a 10 lobos agudos, que representan un tubo estaminal reducido. El ovario es tricarpelar y tiene en cada lóculo un óvulo basal; termina en un estigma trifido, cuyas ramas se arquean hacia afuera, con la superficie interna cubierta por papilas.

La inflorescencia estaminada (Fig. 7.6 C) está formada por un eje central erecto y delgado, del que salen numerosas ramillas o espigas, llamadas dedos, cilíndricas y largas, de 5 a 20 cm. de longitud, que terminan en un ápice duro y punteado. Hay hasta 200 espigas en una

inflorescencia, con un total de 500 a 1500 flores estaminadas, que se insertan en espiral directamente en el raquis de la espiga, y miden de 3 a 5 mm. de largo (Fig. 7.6 D). El perianto se compone de 6 piezas: 3 externas, oblongas, amarillentas, y 3 internas más anchas y suaves. Los estambres están colocados en un tubo, y hacia el centro de éste aparecen los rudimentos del ovario. Las anteras se abren longitudinalmente y producen polen en abundancia, de un marcado olor a anís.

En la palma de aceite las flores unisexuales van colocadas en inflorescencias diferentes; en el cocotero están situadas en diferentes partes de la espiga o ramificaciones de la misma inflorescencia. Esta condición de la sexualidad en la palma de aceite posiblemente es el resultado de una larga evolución, y no es raro entonces que una flor estaminada tenga órganos rudimentarios del sexo opuesto, y viceversa. Se señaló también que en la espiguilla pistilada hay restos de flores estaminadas. Además no son raras anomalías florales, como la presencia de flores pistiladas en la base de espigas estaminadas o de estambres perfectos en una flor pistilada, que producen polen fértil.

Biología floral

La palma de aceite es proterandra, pues en los casos anormales de espigas con flores de 2 sexos, las estaminadas se abren 2 semanas antes que las pistiladas.

Las flores pistiladas muestran estigmas receptivos por la mañana del día en que se abren. Por la tarde ya aparecen manchas necróticas y al día siguiente se marchitan. En las flores estaminadas el tubo se alarga en el día varios milímetros, emerge de las bracteolas y se dobla hacia afuera formando una estrella. El porcentaje de flores pistiladas que son fertilizadas depende de la presencia de polen. En una plantación siempre existe polen en abundancia, pero la producción de frutos la determinan factores estacionales. Medidas tomadas en plantaciones comerciales muestran que la relación de inflorescencias pistiladas a estaminadas, abiertas en un momento dado, es de 1:1 a 1:2. A lo anterior hay que sumar el alto número de flores por planta; una espiga estaminada o dedo puede tener de 600 a 750 flores, y una pistilada cerca de 30.

Fruto

El ovario fecundado crece al principio rápido y sólo un óvulo se desarrolla, pues como en el cocotero, los otros dos desaparecen corrientemente. La forma de los frutos depende de su posición en el racimo, y como éste necesita espacio para expandirse, en las siembras comerciales se recortan las hojas para que no impidan su desarrollo. Un racimo llega a pesar hasta 50 lbs. y a contener unos 100 frutos bien formados. En algunos cultivares las brácteas agudas continúan creciendo y sobresalen del racimo.

El fruto es una drupa ovoide, cuyo color externo cambia según el cultivar, de verdoso a negro o rojizo en la parte superior; la inferior es siempre amarilla (Fig. 7.7 A-B). El epicarpo es liso, duro, brillante. El mesocarpo es una masa ama-

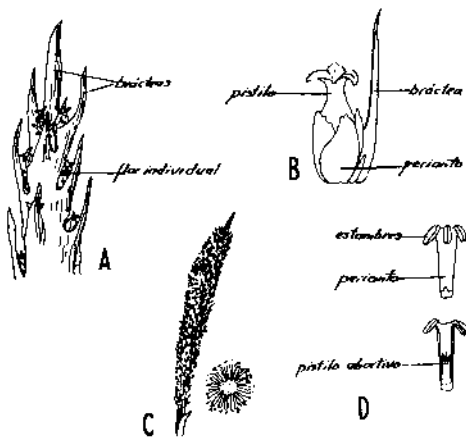


Fig. 7.6. *Elaeis guineensis*, palma africana de aceite. A, espiga pistilada. B, flor pistilada. C, espiga estaminada. D, flor estaminada.

rillenta, de parénquima rico en aceite, recorrido por fibras y haces vasculares. El aceite del pericarpo, amarillorrojizo, rico en ácido palmítico, se conoce en el comercio con el nombre de aceite de palma. Por su contenido de caroteno es de alto valor nutritivo. El endocarpo forma con la semilla la nuez, y su desarrollo determina el tamaño del fruto. Cuando es grueso, como en el tipo llamado 'Dura', los frutos alcanzan más de 3 cm. de largo; si es delgado como en 'Tenera', más de 2 cm. Se compone de un tejido básico de esclerenquima, o sean células de paredes muy gruesas, interrumpidas por haces vasculares. A simple vista el primero presenta una superficie oscura, casi negra, en que los segundos aparecen como puntos y líneas más claros. La consistencia y grosor del endocarpo es un carácter varietal; en 'Dura' está muy bien desarrollado mientras que en 'Pisifera' se forma de capas de células de paredes delgadas. Hay todas las formas de transición entre estos extremos. Como en el cocotero, en el ápice hay 3 poros, que son restos de los 3 carpelos. El poro inmediato al embrión está cerrado por un opérculo, un cuerpo cónico en cuya base hay un canal que no lo atraviesa totalmente. Hacia la parte externa el resto del poro está cerrado por fibras.

La semilla propiamente dicha tiene un episperma de unas pocas capas de células oscuras, que se continúan hacia adentro en el endosperma. Este tejido se compone de parénquima, cuyas capas externas formadas por células aplastadas contienen muy poco aceite y están recorridas por numerosas fibras finas. Hacia el interior las células son más alargadas, de paredes delgadas, abundantes en punteaduras y llenas de un aceite amarillento y de granos de aleurona, en forma de cristales romboidales. Las gotas de aceite son de tamaño muy variable. En el endosperma hay dos cavidades unidas por un canal fino, una central, grande, como la del coco, y otra pequeña ocupada por el embrión. Las células que rodean esas cavidades son aplastadas y suaves.

Germinación

El embrión es un cuerpo cónico, de tejido parenquimatoso, que se prolonga en un haustorio. Al iniciarse su desarrollo, el embrión crece hacia afuera, empuja el opérculo, y aparece fuera del endocarpo como un botón hemisférico, del cual brotan la radícula y más tarde la plúmula. El haustorio crece e inicia la digestión de sustancias nutritivas del endosperma, que pasan al embrión a través de dos fuertes haces vasculares (Fig. 7.7C). El haustorio disuelve las células por medio de enzimas y se puede observar que hay entre él y el endosperma una zona activa de disolución celular. Sustancias del endosperma, como grasas y aleurona, se encuentran en el haustorio, que originalmente carece de ellas. Una vez que ha absorbido todo el endosperma, el haustorio se seca y desaparece. El centro de la semilla queda vacío, y con frecuencia penetran en él las raicillas de la plántula.

La plántula se forma de un hipocótilo del cual sale una radícula de corta duración. Pronto aparecen raicillas de primer orden, que llevan pelos absorbentes. El desarrollo de éstas coincide con la disolución del haustorio, y de aquí en adelante la plántula obtiene sus nutrimentos por las raíces (Fig. 7.7D). En la parte superior el embrión tiene dos vainas foliares, que se desarrollan antes de la primera hoja. Estas vainas tienen el ápice agudo y fuerte, con el cual se abren paso hacia afuera, y una vez que llegan al exterior, por entre ellas brota la primera hoja que aparece por lo común al mes de haberse iniciado la germinación. A partir de esa fecha se produce una hoja de lámina entera cada mes, hasta los 6 a 7 meses; después aparecen hojas bifidas, y por último las pinnadas. Las primeras de éstas presentan áreas huecas en la parte inferior, como ventanas, y después salen hojas de folíolos sueltos.

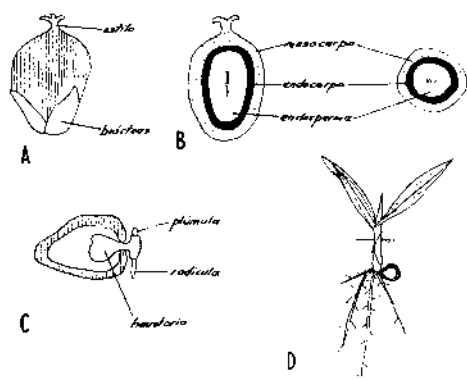


Fig. 7.7. *Elaeis guineensis*, palma africana de aceite. A, esquema del fruto. B, fruto en corte longitudinal y transversal. C, inicio de la germinación. D, plántula.

Variabilidad

En la palma de aceite hay series de poblaciones naturales en Africa, desarrolladas bajo condiciones ambientales o hereditarias muy diferentes. Fuera de esa área, en las grandes plantaciones comerciales de Oriente, los millones de palmeras provienen de unas pocas plantas, y su variabilidad es más restringida. El cultivo comercial en Indonesia, por ejemplo, se estableció con semillas de 4 palmeras del jardín botánico de Buitenzorg.

Los caracteres principales que han servido para separar variedades dentro de la especie son:

1. grosor del endocarpo, que varía entre 1 a 9 mm. (Fig. 7.8). Los tipos sin endocarpo duro se han llamado 'Pisifera'; los de endocarpo de 2 a 5 mm. de espesor, 'Tenera'; de 5 a 9 mm., 'Dura'. Se separa a veces un cuarto tipo 'Macrocarya', que actualmente se le considera dentro del grupo 'Dura'. La herencia del grosor del endocarpo muestra que 'Tenera' es realmente un híbrido, pues cruzando 'Tenera' se obtienen tres proporciones: a) 25 por ciento de 'Pisifera', 25 por ciento de 'Dura' y 50 por ciento de 'Tenera'; b) 15 por ciento de

'Pisifera', 35 por ciento de 'Dura' y 50 por ciento de "Tenera"; c) 35 por ciento de 'Pisifera', 15 por ciento de 'Dura', y 50 por ciento de 'Tenera'. Cruzando 'Dura' x 'Dura' se obtiene sólo 'Dura'. 'Dura' x 'Tenera' da 50 por ciento 'Dura' y 50 por ciento 'Tenera'. En resumen puede decirse que sólo existe un tipo de palmera con endocarpo duro, 'Dura', homocigota para ese carácter, y otra 'Pisifera', también homocigota para el carácter opuesto, o sea la carencia de endocarpo duro.

2. El color del pericarpo presenta tres tipos básicos y uno menos común: el primero, *albescens*, cuando el fruto maduro es de color amarillodorado o marfil en su parte superior; este carácter es recesivo y se presenta pocas veces. El segundo *nigrescens*, cuando en la antesis el ovario es blancuzco, aparecen luego manchas de antocianina cerca del ápice y éste se colorea primero de violeta y luego el fruto es negro brillante en la madurez con la parte inferior rojoanaranjado. Dentro de este grupo se reconocen dos subgrupos: *rutilo nigrescens* cuando la parte superior es negra, y *rubronigrescens* cuando es castaño oscuro. La gran mayoría de las palmeras cultivadas pertenecen a este último tipo. Plantas con este carácter lo transmiten a su descendencia sin segregación. El tercero, *virescens*, cuando el ovario en la antesis es verde, en la madurez amarillo y por último anaranjado. El carácter *virescens* es dominante sobre *nigrescens*; los indígenas africanos prefieren el aceite de palmas *nigrescens* y eso podría explicar su expansión. El cuarto tipo, *madagascariensis* es una población limitada a Madagascar, de frutos rojos en la madurez, cuya herencia no se conoce.

3. La inserción de los folíolos presenta una mutación interesante, *idiolátrica*, en la cual salen directamente del raquis y con frecuencia se hallan parcialmente unidos. El follaje es esbelto y esta variante se considera como un fetiche por algunas tribus africanas. Es un carácter hereditario y carece de valor económico.

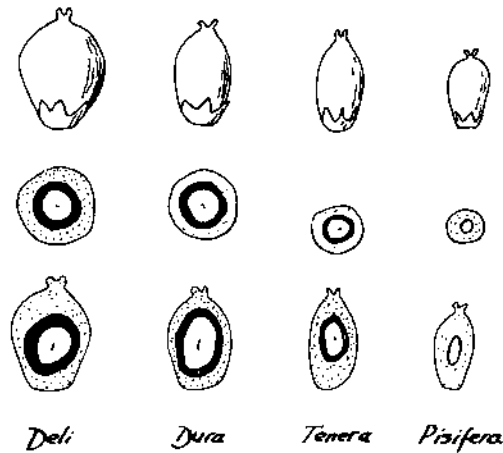


Fig. 7.8. *Elaeis guineensis*, palma africana de aceite. Tipos de cultivares; frutos en cortes transversal y longitudinal.

4. En caracteres vegetativos no parece haber diferencia en tamaño, forma y número de hojas entre 'Dura' y 'Tenera'; sí parece existir diferencia entre la última y 'Pisifera', pues ésta tiene menos follaje.

5. En características de la inflorescencia se asemejan 'Dura' y 'Tenera', pues producen más o menos el mismo número de inflorescencias por año. 'Pisifera' produce menos. En esta última hay mayor proporción de racimos pistilados que estaminados. El número de espigas en 'Tenera' y 'Dura' es parecido, y es mucho menor en 'Pisifera'. El peso promedio del racimo es más elevado en 'Dura' que en 'Tenera' pero se compensa el tamaño del racimo con el número de frutos formados.

6. En características del fruto 'Dura' tiene nueces más grandes, endosperma más grueso y mesocarpio más delgado que 'Tenera'. 'Pisifera' tiene nueces más pequeñas y mesocarpio menos grueso que las otras dos. El porcentaje de aceite es superior en 'Tenera'.

Cultivares comerciales

El principal es 'Deli', derivado de sólo 4 plantas del Jardín Botánico de

Buitenzorg, de origen desconocido. Es una población de endocarpio grueso, del grupo 'Dura', de racimos grandes y pesados, sin las espinas largas frecuentes en los tipos africanos. En sección transversal las 3 áreas, mesocarpio, endocarpio y endosperma tienen igual anchura. El mesocarpio es claro, con pocas fibras. Se le cultiva en Indonesia y América tropical.

En la actualidad existen numerosos cultivares seleccionados en programas de mejoramiento en Congo y Nigeria, muy prometedores. Por algún tiempo se pensó que el cultivar 'Dumpy', caracterizado por su tronco corto, sería una respuesta al problema del crecimiento del tallo, que hace cada vez más cara la recolección de los racimos. Su rendimiento, inferior a los tipos corrientes, ha impedido que se expanda su cultivo.

Selección

Los dos factores de selección han sido: primero, el rendimiento, que se expresa por el número de racimos por planta, su peso promedio y su porcentaje de aceite, en función de los factores ambientales; y segundo, el incremento del mesocarpio para la obtención de aceite de palma, o del endosperma para aceite de nuez. De menor importancia se consideran la dure-

za de la nuez, la altura del tronco y la resistencia a enfermedades.

Los métodos usados han tenido enfoques muy distintos. La selección de progenies superiores se ha seguido en 'Deli' en Oriente y en 'Tenera' en Africa, para lo cual se lleva registro de plantas madres por 5 años y se establecen jardines de comparación. Este método ha tenido mucho éxito; en Indonesia por ejemplo, se llegaron a obtener selecciones que daban hasta 3/ton./aceite/hect.

La hibridación entre tipos de diferentes localidades, es otro método con el que se han logrado grandes progresos recientemente. En Congo se estima el rendimiento de los palmerales nativos en 0,5 ton./aceite/hect.; la descendencia ilegítima, de polinización no controlada, en 1,0 ton.; cruces de 'Tenera' y 'Tenera' han dado 1,8 ton.; de 'Tenera' x 'Dura' 2,0 ton.; de 'Dura' x 'Pisifera' 2,9 ton. en la primera generación y se estima en 3,5 en la segunda generación.

En palma de aceite la carencia de datos fundamentales sobre la herencia de caracteres, ha impedido un progreso rá-

pido. La naturaleza híbrida de 'Tenera', por ejemplo, sólo se estableció hace pocos años y ha habido largos programas de mejoramiento que no han tenido mayor éxito. Con frecuencia los puntos de vista de los investigadores se contradicen, y las bases en que se han establecido algunos programas de selección han sido poco sólidas. Además las normas de crecimiento y producción de la palma de aceite no favorecen un programa de selección, pues la planta toma varios años para dar la primera cosecha, y se requieren también varias cosechas para establecer resultados firmes.

Se han hecho hibridaciones interespecíficas entre *E. guineensis* x *E. melanococca* a fin de determinar si el carácter de tronco corto y rastrero de la segunda, puede incorporarse a la palma de aceite. Esto tiene valor económico considerable, pues conforme avanza la edad de la palmera los racimos se producen a mayor altura y su recolección es más difícil y costosa. Los híbridos obtenidos están aún en observación.

PALMERAS SILVESTRES PRODUCTORAS DE ACEITES

BABASU, *Orbignya oleifera*, es una de las pocas palmeras silvestres cuya explotación es de importancia comercial. Su área de dispersión abarca la región central de Brasil, desde la base de la cordillera andina hasta la zona costera, donde su explotación es más intensiva. El babasú crece en los sitios bajos y pantanosos, en palmerales ininterrumpidos, y su número alcanza a varios millones, de los cuales sólo se explota un 10 por ciento.

El tronco del babasú, recto y cilíndrico, alcanza de 15 a 25 m. de alto y de 25 a 40 cm. de diámetro; termina en un penacho de 15 a 20 hojas erectas, dobladas hacia abajo en el ápice, de 5 a 10 m. de largo, blancuzcas cuando jóvenes, verde amarillentas en la madurez. La palma produce racimos numerosos, cilíndricos y

colgantes, con 200 a 600 frutos de cáscara ferrugínea. Los cocos de babasú son oblongos y terminan en un ápice agudo; miden de 8 a 15 cm. de largo por 5 a 7 cm. de diámetro. Interiormente están formados por el mesocarpo seco y fibroso, que por su alto contenido en carbohidratos y proteína se utiliza localmente en la preparación de alimentos. El endocarpo es muy duro, ocupa más de la mitad del fruto, y por su espesor y textura fibrosa resulta muy difícil de quebrar. Contiene de 2 a 7 semillas, generalmente de 4 a 5, de 2,5 a 5 cm. de largo por 1 a 1,5 cm. de ancho, de color marrón oscuro por fuera, amarillentas en su interior, el cual está formado de endosperma sólido, rico en aceite semejante al de coco.

El babasú se exporta en semilla o se

prensa localmente para extraer el aceite. La producción se estima en 90.000 toneladas, cuyo consumo para alimentación, industria de jabones o combustible, aumenta constantemente en Brasil. Se han hecho algunas plantaciones comerciales en ese país.

COHUNE, *Orbignya cohune*, se explota localmente en México y Centro América por sus semillas. Es una palma de lugares húmedos; el tronco erecto alcanza de 15 a 45 m. de alto. Las hojas gigantescas miden de 7 a 12 m. de largo. Los frutos en racimos densos y colgantes como los del babasú, miden de 6 a 8 cm. de largo y 3 a 5 cm. de diámetro y contienen, por lo común, sólo 1 semilla, rara vez 2 ó 3. El endocarpo es grueso y duro, mide de 8 a 10 mm. Las semillas de 2,5 a 3 cm. de largo y 1,5 a 2,5 cm. de ancho, contienen un promedio de 65 por ciento de aceite, muy semejante al de coco. México produce unas 20.000 toneladas por año.

TUCUM, *Astrocaryum vulgare*, *A. tucuma*, *A. jauari*, es el nombre brasileño de las palmeras del género *Astrocaryum*, conocidas en Colombia con el nombre de güere o chambira; de hericungo en Perú; acquire, awarra, aoura, en Guayanas. Son palmeras bajas, de troncos delgados y espinudos. Se usan localmente tanto por el aceite del pericarpo como por sus semillas. El mesocarpo carnoso es comestible; el aceite del endosperma da una grasa firme, de excelente calidad, superior al de nuez de coco o palma africana. Brasil exporta unas 10.000 toneladas de semillas al año, y consume más de 100 toneladas de aceite de *A. vulgare*.

MURUMURU, *A. murumuru*, se diferencia de las anteriores por no contener aceite en el mesocarpo. Su producción en Brasil se destina al consumo local. La grasa es aún más sólida que la del tucum, y muy diferente del aceite de coco en su composición.

LICURI, *Syagrus coronata*, de Bahía y

regiones adyacentes, es importante por la producción de cera y de aceite de semilla. Sus frutos, de 3 cm. de largo, amarillos y carnosos, se comen por su mesocarpo dulce y mucilaginoso, muy pobre en grasa. La nuez contiene un aceite amarillento.

COROZO, *Scheelea macrocarpa* y otras especies, también llamadas corozo o palma real, se hallan de México a Venezuela. Son palmas de tronco grueso y cilíndrico, terminado en un penacho de hojas erectas y gigantescas. La palma da varios racimos hasta de 1 m. de largo. Los frutos son ovoides, con el ápice puntiagudo. El mesocarpo es suave y fibroso y contiene aceite en poca cantidad. Hay por lo común de 1 a 3 semillas, rodeadas por un endocarpo duro; el endosperma contiene alrededor del 60 por ciento de aceite. Por su abundancia estas palmeras se explotan localmente; se han hecho intentos de mecanizar la extracción del aceite de las semillas, cuyo principal obstáculo, como en cohune, es la dureza del endocarpo.

MOCAYA, *Acrocomia sclerocarpa*, y otras especies son utilizadas localmente para obtener aceites. La más importante es *A. sclerocarpa*, que se extiende desde Guayana hasta Paraguay. Las palmeras de este género tienen troncos rectos, cubiertos con los restos de las hojas, y producen racimos cortos, con 200 a 400 frutos esféricos, de cáscara o epicarpo bien desarrollado. El mesocarpo es carnoso y contiene aceite; el endocarpo es delgado y fuerte. La semilla cónica, contiene un aceite parecido al de la palma africana.

PATANA, *Jessenia batana*, o seje, crece en Venezuela, Guayana y Brasil; se distingue por sus frutos purpúreos, casi negros en la madurez, que contienen en el mesocarpo un aceite verduzco, semejante al del olivo. Al contrario de la mayoría de las palmas la semilla no contiene aceite.

PALMERAS PRODUCTORAS DE CERA

CARNAUBA, *Copernicia prunifera* (*C. cerifera*), es una fuente de cera vegetal cuyo producto tiene amplio uso en la fabricación de ceras para pisos, papel carbón, lubricantes, plásticos y otros. Constituye un artículo importante de exportación en el Brasil, que es hasta la fecha el único productor.

La carnauba crece en el Noreste de Brasil. En esta área de escasa precipitación, se halla a lo largo de los ríos o lagunas en las terrazas del interior, en suelos aluviales, rara vez arenosos.

Es una palma de 9 a 15 m. de altura, recta, con el tronco cubierto en la mitad inferior por las bases duras de las hojas o completamente liso; termina en 30 a 40 hojas, con peciolo largos, fuertes y espinudos. La lámina, de forma de abanico, se compone de 30 a 40 pliegues radiales terminados en ápices agudos. La cera que cubre las hojas, especialmente las jóvenes, es más abundante en el lado inferior; es un producto de secreción de la epidermis, que en la carnauba forma una capa de 0,02 mm., un grosor extraordinario para esta clase de secreciones. Se forma de laminillas transparentes, que se desprenden fácilmente como polvo. Su papel es proteger el follaje contra pérdidas excesivas de agua por transpiración, ya que la zona en que crece la carnauba

está sujeta a largos períodos de sequía. La palmera tiene además otra adaptación: un sistema de raíces muy bien desarrollado, que alcanza hasta 30 m. del tronco.

Las hojas se cortan al iniciarse la estación seca, cuando la cera es más abundante; se secan y golpean sobre telas para soltar las escamas que se recogen y funden a baja temperatura, en forma de bloques de cera de color verdoso y con olor a heno fresco. Su uso primitivo fue la fabricación de velas, pero a fines del siglo pasado las propiedades específicas de la cera de carnauba, le abrieron varios usos industriales.

El valor comercial y la posibilidad de nuevos usos han promovido el establecimiento de plantaciones comerciales en Brasil, y de plantas extractoras modernas.

CARANDAY, *Copernicia australis*, tiene usos parecidos a la carnauba en el Sur de Brasil y Paraguay. Sus hojas se emplean además en la fabricación de sombreros, canastas y otros usos domésticos.

LICURI, *Syagrus coronata*, ya mencionada como productora de aceite, se utiliza también por la cera de las hojas, de características semejantes a las de carnauba; se explota especialmente en Bahía.

PALMERAS USADAS EN ALIMENTACION

PEJIBAYE, *Guilielma gasipaes* o *Bactris gasipaes*, pupunha, chontaduro, pixae (Fig. 7.9) es una de las palmeras americanas de cultivo más antiguo y extenso. Los indios la aprecian en especial por su alto valor alimenticio, y evidentemente han hecho en ella una selección empírica.

El alto valor nutritivo del pejibaye, superior por la cantidad y balance de elementos a cualquier otro producto de los trópicos, y sus cosechas abundantes, han determinado que en ciertas regiones llegue

a constituir un elemento básico en la alimentación.

El pejibaye crece en las zonas húmedas; su área se extiende desde la cuenca superior del Amazonas, de donde parece ser nativo, hasta el centro de Brasil por una parte, las Antillas y Centro América por otra. En esta última región, los conquistadores encontraron grandes plantaciones en la vertiente atlántica, de las que dependían los indios para su subsistencia.

El pejibaye, como las otras palmeras

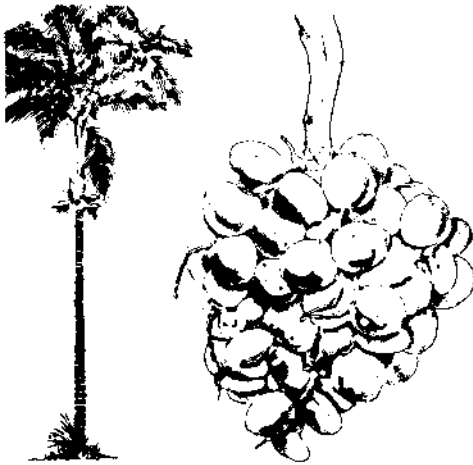


Fig. 7.9. *Guilielma gasipaes*, pejibaye, chontaduro. Porte y rac.mo.

del grupo de las Bactrioideas, tienden a formar una macolla con varios tallos o estípites. En el cultivo se acostumbra dejar de 3 a 5 tallos. Los estípites son altos, de 10 a 25 m., cilíndricos y delgados; están cubiertos por anillos alternos, espinudos y lisos; estos anillos marcan el sitio ocupado por las bases de las hojas ya caídas. El follaje se compone de una corona de hojas pinnadas, curvas, con numerosas espinas en el raquis y en los folíolos.

Las primeras inflorescencias aparecen a los 3 años, y cada estípite puede llevar al mismo tiempo de 3 a 5. La inflorescencia está formada por un racimo, cuyas ramas están cubiertas de flores unisexuales. Como en el cocotero, las flores pistiladas son menos numerosas. El pejibaye es de producción estacional, con dos cosechas anuales, una de ellas de mucho mayor volumen.

Los racimos contienen de 10 a 120 frutos, y pesan entre 3 a 20 libras. Los frutos son cónicos a ovoides, de 3 a 5 cm. de largo, de epicarpo rojo o amarillo, según la variedad, suave y brillante. El mesocarpo, que es la parte comestible, es grueso, seco, amarillo a rojizo, con fibras cortas y escasas. La nuez o (endocarpo y semilla) es semejante a un coco diminuto.

El fruto se come cocido. En ese estado se puede remover el epicarpo y extraer la nuez con facilidad; el mesocarpo se consume en gran variedad de formas. Crudo se usa en la preparación de bebidas fermentadas (chicha).

El pejibaye no se encuentra en estado silvestre; se conocen muchos cultivares; los de Centro América y Venezuela son muy superiores a los que se cultivan en la cuenca amazónica. Existen dos tipos principales: de epicarpo rojo y mesocarpo suave, algo carnoso, de color anaranjado a rojizo; y de epicarpo amarillo y mesocarpo seco y amarillento. Los primeros, aunque menos agradables, son de mayor valor nutritivo. Dentro de esos extremos, posiblemente por hibridación, hay todas las gradaciones de color. La forma y el tamaño presentan también variación muy amplia. Hay pejibayes de frutos pequeños, de 2 a 3 cm. de largo, ovoides, hasta grandes y cónicos, de 4 a 6 cm. de largo.

Se conocen además variantes en que las espinas son muy escasas o desaparecen con el tiempo. Es frecuente en todas las variedades, que por defectos de fertilización no se formen semillas. En estos casos el fruto es por lo común verduzco y de mesocarpo pálido.

AGUAJE o MORICHE, *Mauritia flexuosa*, palmera del Amazonas, cuyos frutos contienen debajo del pericarpo escamoso, un mesocarpo delgado, gelatinoso, que se consume crudo o en refrescos. Esta palmera se utiliza también por el aceite de las semillas.

Las **PACAYAS**, *Chamaedorea* spp., son palmeras bajas, de tallos delgados, en macolla. Han sido introducidas al cultivo como ornamentales. En el Sur de México y en Guatemala se comen cocinadas sus inflorescencias, que se venden con las espantas aún cerradas.

PALMITOS, muchas palmeras, en especial de los géneros *Iriartea* y *Geonoma*, se utilizan por los palmitos, o sean los brotes foliares aún sin abrir. Para obte-

nerlos es necesario derribar la palmera y cortar la parte superior del tronco. En Brasil y otros países suramericanos, es tal la cantidad de palmitos que se obtienen como producto de la explotación forestal, o cuando se corta la selva para establecer cultivos, que se han establecido numerosas plantas de enlatado para la exportación.

DATIL, *Phoenix dactylifera*, no tiene mayor importancia en las zonas tropicales de América. Fue introducido por los conquistadores, y su cultivo se ha desarrollado en las áreas subtropicales, donde las altas temperaturas de verano permiten la formación del fruto.

SALAK, *Zalacca edulis*, (Fig. 7.10) del archipiélago malayo, da frutos jugosos y azucarados que se comen como postre. La salak es una palmera sin estípites, de hojas largas y espinudas, propia de las áreas húmedas. Es dioica, es decir, que hay plantas estaminadas y pistiladas, por lo cual en una plantación es necesario tener ambas, en la proporción de 1 estaminada por 8 pistiladas para asegurar una buena producción de frutos. Podría ser una introducción buena para los lugares húmedos y sombreados en tierras bajas.

BETEL, *Areca catechu*, (Fig. 7.11), ocupa un lugar especial en Oriente, por sus frutos, de los que se obtienen las nueces de betel que se usan como masticatorio en Asia, Oceanía y África, por cerca de un décimo de la población mundial, y que constituye en India un producto agrícola de gran importancia. Las arecas son palmas esbeltas, hasta de 30 m. de altura, con un penacho de hojas pinadas; por su porte se plantan en algunos lugares húmedos de América como ornamentales. Los frutos amarillos y ovoides tienen el mesocarpo fibroso, y la nuez propiamente dicha está ocupada en su mayor parte por el endosperma ruminado, rico en alcaloides, grasas y proteínas, que se mastica después de prepararlo en diferentes formas.

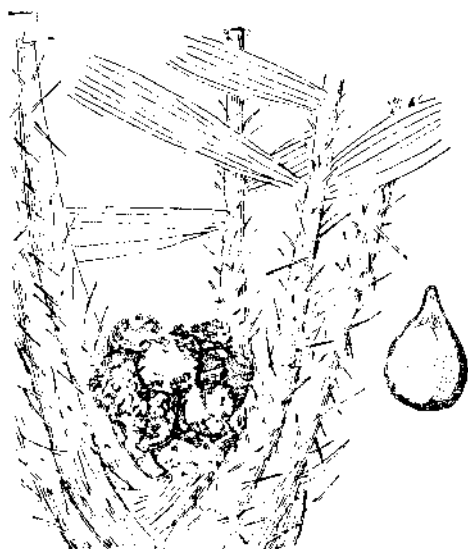


Fig. 7.10. *Zalacca edulis*, salaka. Porte y fruto.

COYOL, *Acrocomia vinifera*, se utiliza en Centro América para obtener una bebida fermentada, que se elabora cortando la palmera, que se deja en el suelo varios días. Se abre una cavidad en la parte superior, cerca de la inserción del follaje, de la que fluye un líquido azucarado que se fermenta rápidamente.

PALMA DE AZUCAR, *Arenga pinnata* (*A. saccharifera*). Esta especie de Malasia tiene múltiples usos. Las hojas y troncos se utilizan como materiales de construcción; las semillas son comestibles, y de las estipulas se obtienen fibras de gran dureza. El uso principal, sin embargo, es como fuente de bebidas. Estas se obtienen del pedúnculo de las inflorescencias. La práctica que se sigue en ésta y otras especies, es tomar uno de los pedúnculos florales y machacarlo con un martillo de madera inmediatamente debajo de la inflorescencia sin quebrarlo. Días después se corta y de la herida brota savia en abundancia. Cada día se rebana una sección delgada del pedúnculo y esa operación puede continuarse por meses o semanas. Una inflorescencia rinde varios litros de savia al día. Esta contiene de 12 a 15 por ciento de azúcares, por lo

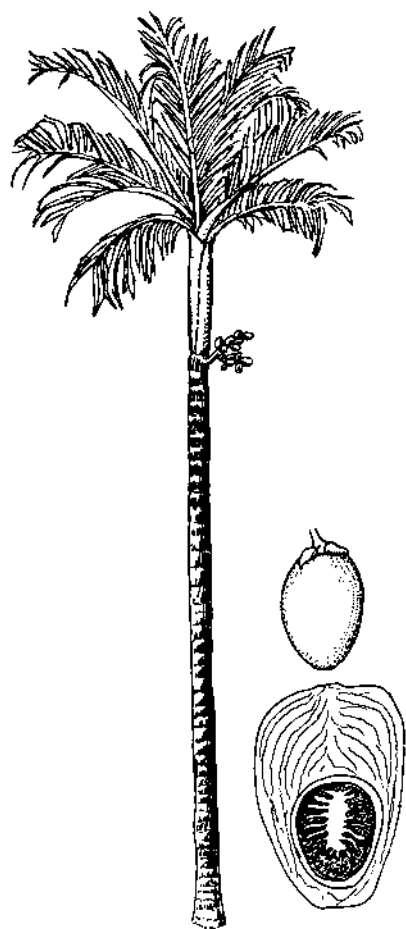


Fig. 7.11. *Areca catechu*, nuez de betel. Porte, fruto entero y en corte longitudinal.

que se fermenta rápido y se descompone fácilmente en vinagre. Del jugo pueden obtenerse azúcares por calentamiento, por lo general impuros, que se usan localmente.

NIPA, *Nypa fruticans*. Las especies de *Nypa* se utilizan en Oriente con diversos propósitos: con las hojas se hacen tejidos rústicos; techos para las chozas, y otros artículos. Su uso principal es como fuente de una bebida fermentada, llamada tuba, y de azúcar. Las nipas crecen en los pantanos de aguas salobres, a la orilla del mar, en formaciones muy extensas y tupidas. La palmera tiene un tronco grueso, horizontal o curvo, que crece debajo

o a nivel del suelo y termina en un penacho de hojas gigantescas. Las inflorescencias salen aisladas por entre las hojas, y son numerosas en cada planta. Son esféricas y compactas, y las flores muestran una estructura un poco diferente del resto de las palmeras, por lo que algunos autores han considerado que las *Nipas* pertenecen a una familia distinta.

Los ejes de la inflorescencia que son cortos y brotan verticalmente del suelo, se cortan y de ellos brota una savia azucarada que se recoge y fermenta. Como las inflorescencias están cerca del suelo la recolección del jugo no es tan difícil como en otras palmeras. Por lo general si hay varias inflorescencias en una planta se cortan todas, pero sólo de una se recoge la savia. El corte original se hace en la inserción del racimo floral, y cada día se rebana una porción delgada para mantener la salida de la savia.

SAGU, *Metroxylon* spp. El nombre de sagú se aplica indistintamente a la fécula que se obtiene de varias Monocotiledóneas. Se limitó al principio, sin embargo, a la harina que se obtiene de la médula de los estípites de palmas del género *Metroxylon*, que se encuentran en la región indomalaya. La mayoría de estas especies crecen en pantanos de agua dulce, o se cultivan en terrenos húmedos, a menudo en áreas litorales. Son palmeras de tronco recto, hasta de 8 a 10 m. de altura, de hojas pinnadas, con o sin espinas. La inflorescencia, un racimo enorme, aparece en el ápice de la planta cuando ésta está por terminar su vida. Los frutos son esféricos u ovoides, cubiertos por escamas en espiral, y contienen una semilla dura como el marfil.

El sagú se obtiene derribando la palmera y removiendo con instrumentos cortantes la médula del estípite. Esta se lava en una canoa rústica, a menudo hecha de la hoja de la palmera, para remover el almidón que se filtra y recoge en un recipiente, se seca y empaqueta. El sagú consiste sólo en carbohidratos. Se consume en abundancia en el área de origen y da lugar a un comercio local muy activo.

PALMERAS PRODUCTORAS DE FIBRAS

Las hojas de las palmeras y los pedúnculos de las inflorescencias suplen fibras de valor industrial. Las hojas están recubiertas por bandas fibrosas de esclerénquima que les dan soporte, y son un material corriente en los trópicos para la fabricación de sombreros, canastas, escobas, y otros objetos domésticos. Se utilizan casi todas las especies; en el género *Sabal* hay algunas que reciben específicamente el nombre de palmas de sombreros. El uso industrial más importante es la fabricación de cepillos y brochas, para lo cual se utilizan las hojas de las piasavas.

PIASAVA DE BAHIA, *Attalea funifera*, da el producto comercial de mayor uso. Esta especie se halla en gran número en el Sur del estado de Bahía, en formaciones densas, que se cultivan limpiando las malezas para hacer más fácil la explotación.

Esta piasava tiene semillas cuyo hipocótilo crece primero hacia abajo, formando hojas y raíces subterráneas cada vez más profundas; luego se dobla hacia arriba, y aparecen al exterior sólo unas pocas hojas. En una segunda etapa las hojas se alargan, hasta 3 a 4 m. de longitud, y por último se forma el tronco aéreo o estípite. Las semillas a flor de suelo son destruidas por larvas de coleópteros, y sólo logran germinar las que son enterradas por roedores, que comen el mesocarpo pero no pueden abrir la almendra. Durante un largo período el área meristemática que produce nuevas hojas está enterrada

y libre de los incendios, y la piasava es la primera planta en aparecer después de las quemadas. Esto explica en parte su abundancia.

Las fibras del peciolo dan la piasava del comercio. Las hojas viejas al secarse dejan los peciolos adheridos al tronco, y de éstos, o de hojas cortadas se obtienen las fibras, que son los cordones de esclerénquima que rodean el floema en los haces vasculares. Las fibras se arrancan a mano, o bien se extraen triturando los peciolos y luego humedeciéndolos. La piasava de Bahía es apreciada especialmente para la fabricación de brochas o cepillos por su resistencia a la humedad.

PIASAVA DE PARA, *Leopoldinia piassaba*, de la región del Río Negro en Brasil, da fibras de peciolos, más flexibles y menos duras que las de piasava de Bahía.

Las palmeras del género *Raphia*, son típicas de los pantanos en áreas tropicales de África y América; algunas especies tienen hojas gigantes, hasta de 20 m. de longitud. De *R. vinifera*, se obtiene la rafia, producto comercial que se extrae de la cutícula superior de las hojas, en forma de bandas flexibles y resistentes. Se usa principalmente en jardinería y horticultura, para forrar injertos, pero está siendo reemplazada por bandas plásticas. De dos especies, *R. hookeri* y *R. gracilis* se obtiene la piasava africana que como la de Pará resulta de la separación de las fibras del raquis, o parte basal del peciolo.

MARFIL VEGETAL

TAGUA, *Phytelephas macrocarpa*, produce semillas con endosperma tan duro que ha sido utilizado para la fabricación de adornos, botones y otros artículos con el nombre de marfil vegetal. Las *Phytelephas* son palmeras unisexuales de las

zonas bajas y húmedas de Panamá a Ecuador.

Las plantas estaminadas tienen racimos largos y cilíndricos, con centenares de flores. Las pistiladas forman racimos

compactos, esféricos, en que los frutos están soldados, y contienen cada uno de 4 a 9 semillas elipsoidales, de 2 a 6 cm. de largo. El endosperma blanco se utilizó principalmente en la fabricación de bo-

tones; en la actualidad el uso principal de la tagua es la fabricación de estatuillas y otros adornos. Los racimos no maduros, con el endosperma líquido o semisólido, se consumen como frutas.

CAÑAS

RATAN, *Calamus spp.* Los *Calamus* son palmeras de tallos trepadores, algunos hasta de 200 m. de largo, que alcanzan la copa de los árboles más altos. Se sostienen por hojas o espinas duras, con las cuales se adhieren a su soporte. Los tallos son cilíndricos, de 3 a 10 cm. o más de diámetro, de grosor uniforme, muy flexibles, y se prestan a multitud de usos en construcción de casas, muebles y otros

objetos de uso doméstico. De las clases más finas se fabrican los bastones de Malaca.

El ratán se exportaba en grandes cantidades de Malaya e Indonesia a Europa y Estados Unidos para la fabricación de muebles y bastones. En la actualidad su comercio internacional ha llegado casi a desaparecer.

REFERENCIAS

- BARRAU, J. The sago palms and other food plants of marsh dwellers in the South Pacific Islands. *Economic Botany* 13(2):151-162. 1959.
- BAYMA, C. Carnauba. Río de Janeiro, Ministerio de Agricultura, 1958. 168 p.
- BECCARI, O. Contributto alla conoscenza della palma a olio. *Agricoltura Coloniale* 8:5-37, 108-118, 201-212, 255-270. 1914.
- BOMHARD, M. L. Palm oils and waxes. In Wilson, C. M., ed. *New crops for the new world*. New York, Macmillan, 1945. pp. 59-79.
- BONDAR, G. O babaçu e outras palmeiras produtoras de amendoas oleaginosas do Brasil. Río de Janeiro, Ministerio de Agricultura, 1954. 64 p.
- BUNTING, B., GEORGI, C. D. V. y MILSUM, J. N. *Oil palm in Malaya*. Kuala Lumpur, Department of Agriculture, 1934. 293 p.
- COPELAND, E. B. *Coconut*. 3rd rev. ed. London, Macmillan, 1931. 233 p.
- CHILD, R. *Coconuts*. London, Longmans, 1964. 216 p. (Tropical Agriculture Series).
- DINIZ, A. O babaçu. Considerações científicas, técnicas e económicas. Río de Janeiro, Ministerio de Agricultura, 1955. 331 p.
- FERWERDA, J. D. Die oilpalme. *Tropische und subtropische Weltwirtschaftspflanzen* 2:309-378. Stuttgart, Enke, 1962.
- MARKLEY, K. S. Mbocayá or Paraguay cocopalme - And important source of oil. *Economic Botany* 10(1):3-32. 1956.
- MENON, K. P. V. y PANDALAI, K. M. *The coconut palm; a monograph*. Ernakulam, S. India, Indian Central Coconut Committee, 1958. 384 p.
- PATEL, J. S. *The coconut; a monograph*. Madras Government Press, 1938. 313 p.
- PATÍÑO, V. M. El cachipay o pijibay, *Guilielma gasipaes* (H. B. K.) Bailey, y su papel en la cultura y en la economía de los pueblos indígenas de América tropical. México, Instituto Indigenista Interamericano, 1958. 66 p.

- POPENOE, W. y JIMENEZ, O. The pejibaye; a neglected food-plant of tropical America. *Journal of Heredity* 12(4):154-166. 1921.
- RAGHAVAN, V. y BARUAH, H. K. Arecanut: Indian's popular masticatory; history, chemistry and utilization. *Economic Botany* 12(4): 315-345. 1958.
- SAMPSON, H. C. The coconut palm. London, Bade & Danielsons, 1923. 262 p.
- SURRE, CH. y ZILLER, R. Le palmier a huile. Paris, Maisonneuve & Larose, 1963. 243 p. (Techniques Agricoles et Productions Tropicales v. 2).
- THE OIL palm, its culture, manuring and utilization. Bern, International Potash Institute, 1957. 108 p.
- YAMPOLSKY, C. A contribution to the study of the oil palm. *Bulletin du Jardin Botanique de Buitenzorg* 5:107-173. 1922.

AGAVACEAS

8

Las Agaváceas son las principales productoras de fibras duras. Se llaman así las fibras delgadas y fuertes que se obtienen de las hojas de ciertas Monocotiledóneas, en especial de especies pertenecientes a los géneros *Agave*, *Furcraea*, *Musa*, *Sansevieria* y *Phormium*. Se usan principalmente en la elaboración de cuerdas y sacos.

Además de su importancia principal en la producción de fibras duras, ciertas Agaváceas se usan en la preparación de bebidas refrescantes y fermentadas. Algunas especies de *Yucca* dan flores comestibles; se siembran también en setos vivos para el control de la erosión del suelo.

Las Agaváceas son plantas altas, de tallo simple como en *Agave* o ramificado como en *Yucca*. La presencia de cambiumes en el tronco determina que puedan incrementar su volumen con tejidos secundarios, lo cual no es común entre las Monocotiledóneas.

SISAL, *Agave sisalana*

El uso de las fibras de agave para elaborar cordeles y redes se originó en México, y se conocía en la región central de ese país hace unos 9.000 años. Más tarde se utilizó en la preparación de bebidas, frescas o fermentadas, y en la elaboración de un papel rústico.

El cultivo del sisal es de poca importancia en su país de origen, donde se siembra más el henequén. La producción comercial está concentrada en África oriental: Tanganika, Kenya y Uganda (unas 225.000 ton.), y en las áreas portuguesas de Mozambique y Angola (80.000 ton.). En América, el sisal se cultiva especialmente en Brasil (120.000 ton.) y en Haití.

Morfología general

El sisal es una hierba gigantesca, (Fig. 8.1 A) formada por un tallo central sin ramificación, hasta de 1,5 m. de alto, y cubierto por un centenar o más de hojas largas y succulentas. El follaje se forma en el ápice del tallo; las hojas nuevas permanecen juntas por algún tiempo, y forman en la parte superior de la planta un cuerpo semejante a un huso. Cuando se abren, ya han alcanzado su tamaño definitivo. Las hojas inferiores son cortas, las centrales más largas y las que produce la planta al final de su vida, son las de menor tamaño. Del ápice del tallo crece después de varios años, un vástago florífero, y al desarrollarse las flores y

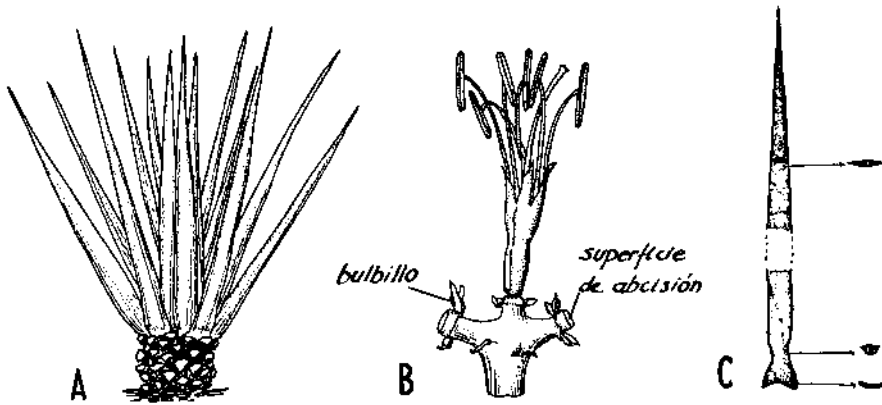


Fig. 8.1. *Agave sisalana*. A, porte. B, ramilla de la inflorescencia. C, hoja vista de frente y en cortes transversales.

frutos la planta inicia su decadencia y muere algunos meses después.

Tallo y raíces

El tallo central es cilíndrico en la base, cónico hacia el ápice, y está cubierto por la base de las hojas o en los lugares expuestos por una epidermis dura. El centro es una masa de parénquima, recorrido por haces vasculares y fibras, sin que haya una separación clara entre la región cortical y el cilindro central. El tallo actúa como órgano de reserva de agua y sustancias nutritivas.

De la parte basal, en los entrenudos inferiores, salen varios rizomas que crecen subterráneamente. Son cilíndricos, gruesos, hasta de 15 cm. de diámetro, sin raíces y provistos de escamas puntiagudas. Cuando llegan a la superficie forman en el extremo uno o más brotes similares a la planta madre. Esto ocurre en el sisal por lo común después de un año de sembrado, y se forma así una macolla con brotes numerosos. Es corriente en el cultivo arrancar esos brotes laterales para utilizarlos en la propagación vegetativa.

Flores y frutos

Cuando la planta alcanza la madurez y las hojas son más cortas, aparece por

el centro de ellas el escapo floral. Este es un tallo cilíndrico, de entrenudos largos, que lleva hojas cortas y triangulares, con el ápice espinudo. Crece de 5 a 6 m. de alto, y se ramifica desde la base. En las plantas cultivadas, en las cuales las hojas se cortan a menudo, la ramificación del escapo floral se presenta sólo en el extremo del tallo. Las ramas primarias del vástago florífero llevan numerosas ramillas que crecen horizontales y se dividen varias veces de 3 en 3; al final de estas divisiones crecen las flores.

La flor tiene el perianto amarillento o verdoso, de 6 partes, unidas en la base en un tubo y libres arriba. Hay 6 estambres, que sobresalen del perianto; el pistilo, de ovario súpero, termina en un estilo cilíndrico (Fig. 8. B).

Las flores que se abren primero son las situadas en las ramas inferiores, y el período de floración para toda la planta puede durar más de un mes. Los estambres desarrollan los filamentos fuera de la flor y las anteras sueltan el polen antes de que el pistilo sea receptivo. La polinización cruzada es normal y se hace por insectos o por el viento.

Los frutos son cápsulas de 3 celdas, llenas de semillas planas y negruzcas. Es muy corriente que en el sisal no se desarrollen los frutos normalmente, pues la

flor completa cae poco después de abrirse, debido a que hay una zona activa de abscisión en el pedicelo.

Bulbillos

Una de las formas de reproducción vegetativa o apomíctica común en los agaves es la formación de bulbillos (Fig. 8.1 B). Estas son plantas en miniatura, con unas pocas hojas, tallo corto y algunas raíces, que aparecen en los pedúnculos florales, debajo de la zona de abscisión, a menudo antes de que se abran las flores. En una planta puede haber centenares de bulbillos, que una vez que se comienza a secar el tallo florífero caen al suelo y enraizan rápidamente.

Los bulbillos se usan para la reproducción vegetativa. En Africa oriental se comprobó experimentalmente que plantas obtenidas de bulbillos crecen más que las provenientes de brotes basales.

Hojas y fibras

Las hojas en el sisal son el principal medio de almacenamiento de agua y sustancias nutritivas. Están colocadas siguiendo varias espirales, de modo que entre una hoja y la que está colocada en la misma línea vertical, arriba o abajo, hay 34 hojas intermedias. Esto permite a la planta aprovechar muy eficientemente la luz, sin lo cual las hojas crecerían delgadas y flácidas, así como recoger el agua de lluvia, muy escasa en el habitat original del sisal, y conducirla hacia la base de la planta donde es absorbida por las raíces.

El color de la lámina es verde claro, algunas veces con áreas longitudinales de diferentes tonos.

Las hojas vistas por el lado superior son lanceoladas, con un cuello angosto hacia la base, de bordes casi paralelos en la parte central, y terminan en un aguijón cónico y duro (Fig. 8.1 C).

En corte transversal muestran una sección ancha triangular, en la inserción al

tallo, que se angosta luego en el cuello, para disminuir en grosor y aumentar en anchura conforme se asciende en la hoja. En el sisal la cara superior es ligeramente cóncava y la inferior convexa, con los bordes levantados.

La longitud de la hoja varía según la posición en la planta, desde 20 cm. a 2 m., con un promedio de 1 a 1,20 m. La anchura fluctúa entre 7 a 15 cm.

En los sisales cultivados las hojas carecen de espinas en los bordes, lo cual es de gran importancia comercial.

La epidermis en ambas caras se compone de una capa de células de paredes externas muy gruesas, cubiertas de cera (Fig. 8.2 A). Los estomas son numerosos y profundos. Debajo de ella hay varias capas de parénquima en empalizada, cuyas células angostas y largas, tienen el eje mayor en sentido vertical. En el parénquima lagunoso que sigue, se hallan las fibras mecánicas, cuyo corte transversal es circular o en forma de herradura gruesa. Estas fibras se hallan también en el centro de la hoja, pero son más abundantes hacia la periferia en ambos lados; corren en toda la longitud de la lámina y constituyen su principal soporte. Se forman de grupos de células largas y delgadas, algunas hasta de 5 mm. de longitud, de paredes muy gruesas. Las células se ensamblan una en la otra en cordones continuos hasta de 2 m. de largo. Estas fibras son las más resistentes, pues no se rompen al extraerlas. De su número y peso depende el rendimiento. En una hoja de sisal hay un total de alrededor de 1.000 fibras, de las cuales 700 aproximadamente son de esta clase.

El segundo tipo de fibra corresponde a las bandas de esclerénquima que acompañan a los haces vasculares. En un corte transversal de la hoja se ve que los haces no se distribuyen al azar, sino que se concentran en la zona mediana, que atraviesa horizontalmente la hoja. (Fig. 8.2 B). En cada haz hay 2 bandas de fibras. Las primeras en forma de media luna, adyacentes al floema, están bien desarrolladas (Fig. 8.2 C). Estas bandas recorren con

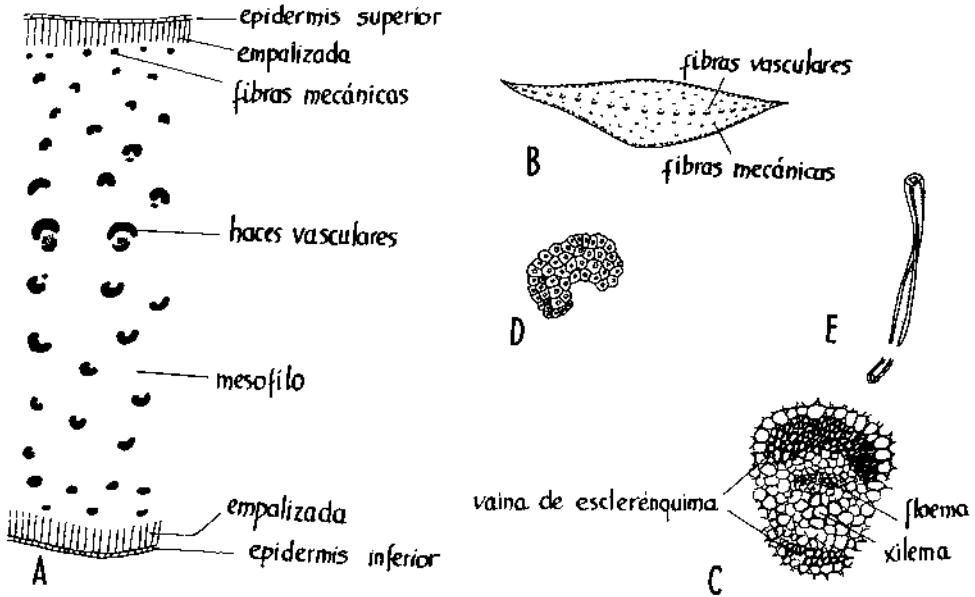


Fig. 8.2. *Agave sisalana*, agave. A, corte transversal de la hoja. B, distribución de las fibras en la hoja. C, estructura de un haz vascular. D, fibras en corte transversal. E, fibra aislada.

el haz vascular toda la longitud de la hoja; se componen de células largas o de paredes gruesas. Al extraer estas fibras, por lo general se separan en sentido longitudinal, y por eso carecen de valor comercial. La segunda banda es mucho más pequeña y limita exteriormente al xilema. Es aún más débil y se desintegra con facilidad en la extracción.

Las fibras del sisal constituyen alrededor del 3 por ciento del peso fresco de la hoja. Una vez extraídas forman cordones hasta de 1,5 m. de largo, de color crema o blanco, flexibles y resistentes (Fig. 8.2 D). Las células individuales que las forman son largas, agudas en los ápices, en que se ensamblan una con otra. Miden de 1,5 a 4 mm. de longitud por 20 a 30 micras de anchura. Se componen de pa-

redes de celulosa muy gruesas, con el lumen o centro de la célula, completamente vacío (Fig. 8.2 E).

Número cromosomal

En el género *Agave* es común la poliploidía. El número básico es $n=30$, y el sisal es un pentaploide de $2n=150$. Esto indica que es seguramente de origen híbrido, lo cual se comprueba en las progenies obtenidas de flores autofecundadas, que muestran una gran variación de caracteres. Algunos de éstos, como la falta de espinas en las hojas que es característica de los cultivares comerciales, puede aparecer modificado, con la presencia de espinas en número muy variable.

HENEQUEN, *Agave fourcroydes*

El henequén es originario de las áreas secas de la península de Yucatán, en México, donde su cultivo tiene aún gran

importancia. La producción mundial de henequén fluctúa entre 110.000 a 120.000 ton., aproximadamente el 15 por ciento

de todas las fibras duras. México produce casi la totalidad del henequén; sólo Cuba tiene una producción apreciable que se calcula en 10.000 ton.

La planta de henequén tiene en general, las mismas características morfológicas del sisal. Es de mayor tamaño, pues el tronco alcanza hasta 2 m. de alto. Difiere también en las hojas, que miden de 1,25 a 2,5 m. de largo por 10 a 20 cm. de ancho, y que son de tono grisáceo. En la mayoría de los cultivares hay numerosas espinas en los bordes de las hojas, re-

curvadas hacia arriba, y un agujón apical, a veces curvo.

La producción anual de fibra es mayor en el henequén que en el sisal, pero el primero tarda más años para alcanzar un rendimiento comercial. La distribución de las fibras es similar en ambas especies. Las células individuales miden de 1,5 a 4 mm. de largo por 20 a 30 micras de ancho; tienen paredes más delgadas que en las fibras de sisal. Los cordones miden de 0,50 a 1,60 m. y son de tono amarillo rojizo.

OTRAS ESPECIES DE AGAVE DE MENOR IMPORTANCIA

CANTALA, *Agave cantala*. Originaria de México, se cultiva en varios países de Asia, especialmente en Filipinas e Indonesia. El cantala como el sisal es una planta baja, de hojas de 1 a 2,25 m. de largo y 5 a 10 cm. de ancho, de color verde oscuro, con numerosas espinas negras y curvas.

AGAVE DE EL SALVADOR, *Agave letonae*. Originario de El Salvador y se siembra sólo en ese país. Tiene un tronco alto, hasta de 1,5 m.; hojas de 1,25 a 2 m. de largo por 5 a 10 cm. de ancho, de color verde azulado, con numerosas espinas.

AGAVE AZUL, *Agave amaniensis*. De origen desconocido, introducido a África de América. Se le cultiva en forma limitada en Tanganyika y Kenya. Las hojas miden de 1,5 a 2 m. de largo y 5 a 10 cm. de ancho, de color azulado, sin espinas. *A. amaniensis* es diploide y se le ha hibridizado con *A. angustifolia*, una especie ornamental de hojas cortas y espinudas, también diploide. Los híbridos se han retrocruzado a *A. amaniensis*, y uno de los retrocruces, N-11648, ha resultado prometedor por el gran número de hojas.

IZTLE, *Agave lecheguilla*. Del Norte de México, se explota para la fabricación de brochas y cepillos. En esta especie se recogen sólo las hojas más tiernas. Un uso semejante se le da al paumave, *A. junciana*, del cual también se utilizan sólo las hojas nuevas.

Agaves utilizados para bebidas

Entre los usos más antiguos de los Agaves está la obtención de bebidas frescas o fermentadas. Esta práctica se originó en México y no se ha extendido fuera de ese país.

MEZCAL, *Agave tequilana*. Del Oeste de México, se utiliza principalmente para la elaboración de mezcal y tequila, que se obtienen de la destilación de los tallos y hojas.

MAGUEY, *Agave atrovirens*. De zonas altas en el Norte y centro de México, se utiliza por el aguamiel, un líquido azucarado que se obtiene haciendo una cavidad en la parte superior del tronco, antes de iniciarse la florecencia, y por el pulque, que resulta de la fermentación del jugo, por la acción de bacterias.

ESPECIES DE *FURCRAEA* UTILIZADAS POR SUS FIBRAS

Numerosas especies de *Furcraea* se cultivan en América por sus fibras, de utilización similar a las de *Agave*. Crecen hasta los 3000 m. de altura, y son más importantes en las regiones andinas, desde el Sur de Centro América hasta Bolivia. Las especies de este género son muy difíciles de diferenciar entre ellas.

En forma y estructura las *Furcraea* son muy similares a los agaves. El tronco lleva una roseta de hojas, entre 75 a 150, más delgadas que las del sisal. Se forman como en *Agave* por un meristema apical, pero a diferencia de las especies del último género, las hojas continúan alargándose después de que se han separado del huso central. Por esta forma de crecimiento resultan más delgadas y frágiles. Como en el sisal la base es ancha, de corte triangular, pero la lámina es proporcionalmente mucho más delgada. Contiene también menos fibras y como el número de hojas que forma en el año es también menor, su rendimiento es más bajo.

La floración y estructura general de la inflorescencia son similares en *Agave* y *Furcraea*. Difieren, sin embargo, en la forma de la flor. En *Furcraea* no hay el tubo basal del perianto, sino que las partes de éste se separan desde la base, y los estambres son más cortos. Como en *Agave* la propagación por bulbillos es común en *Furcraea*. La mayoría de las especies producen muy pocas semillas. En *Furcraea* no se han hecho trabajos de mejoramiento. Todas las especies estudiadas son diploides, con $2n=60$.

La producción de fibras de *Furcraea* tiene importancia local en América y África, en especial en los países andinos de la primera y la isla Mauritius de la segunda. Su aporte al comercio mundial de fibras duras es insignificante. El consumo local se destina a la elaboración de cordones, sacos, alfombras, objetos de adorno.

PITEIRA o PITA, *Furcraea gigantea*. Se cultiva especialmente en Brasil y Mau-

ritius. Es una planta en forma de roseta con hojas verdes de 1,5 a 2 m. de largo por 15 a 20 cm. de ancho. Hay varios cultivares, el más importante 'Willemetiana', se produce comercialmente en África. Los cultivares difieren en el tipo de espina, color de la hoja, producción de fibras y otras características.

En ésta y otras especies del género, se encuentran plantas con y sin espinas en los bordes de las hojas.

CABUYA, *F. cabuya*. Del sur de Centro América, es posiblemente la misma especie de la anterior. Las hojas son de mayor tamaño, 1,5 a 2,5 m. de largo y hay cultivares, como 'Olancho', que son completamente inermes o con pocas espinas. En Costa Rica hay plantaciones comerciales para uso local.

FIQUE, *F. macrophylla*. De Colombia, es una planta más pequeña, con el tronco de unos 30 cm. de alto y hojas de 1,5 a 2 m. de largo por 7,5 a 15 cm. de ancho. La forma de las hojas difiere de las otras *Furcraea* por tener la base de la lámina muy larga, y por ser proporcionalmente muy angostas. Los bordes tienen espinas curvas, rojizas y duras.

CHUCHAO o CABUYA, *F. andina*. Crece hasta los 3000 m. en los Andes, donde tiene una utilización apreciable. Es una planta de tronco corto, con hojas de 1 a 1,8 m. de largo por 10 a 15 cm. de ancho, verde grisáceo. Se le utiliza de Ecuador a Bolivia, en industrias domésticas, para necesidades locales.

COCUIZA, *F. humboldtiana*. El tronco en esta especie mide hasta 3 m. de altura, y las hojas de 1 a 1,8 m. de largo por 12 a 15 cm. de ancho. Una característica de esta especie es la presencia en la base de la hoja de espinas grandes en pares, con los ápices en direcciones opuestas. Se le cultiva en las áreas secas de Venezuela para consumo local.

PITRE, PITA, *F. cubensis*. Se cultiva en las Antillas; es una planta baja, con hojas verdes y planas, de 0,8 a 1,7 m. de largo por 6 a 10 cm. de ancho, con bordes espinosos. Además de tener hojas angostas, es característico de esta especie que las espinas sean rectas, en especial hacia el centro de la lámina.

SANSEVIERIA, *Sansevieria spp.* Varias especies de *Sansevieria*, nativas de los bosques secos o semisecos de Africa, se han introducido a los trópicos de otros continentes como ornamentales. En su área de origen se las utiliza por las fibras de las hojas, especialmente para hacer arcos de flechas, redes y tejidos bastos.

En las últimas décadas algunas especies han sido ensayadas como productoras de fibra. La más corriente, *S. trifasciata*, se cultiva especialmente en México; su fibra es más fina que la del sisal o la cabuya, comparable en dureza al abacá. El bajo rendimiento por área no ha permitido, sin embargo, el desarrollo comercial de su cultivo.

Las *Sansevierias* son plantas perennes, con rizomas subterráneos amarillos y cilíndricos, de los que salen muchas raíces

que se ramifican profusamente. Las hojas brotan en grupos, con las bases arrolladas; las láminas son lanceoladas, más angostas en la base, hasta de 1,5 m. de largo, carnosas, de color verde oscuro o grisáceo, con franjas transversales más claras. En algunas especies aparecen en los bordes, después de cierto tiempo, bandas longitudinales amarillas. Las inflorescencias son espigas que salen directamente del rizoma, y llevan numerosas flores verduzcas.

Como en las otras Agaváceas, en las hojas de *Sansevieria* hay dos clases de fibras. Las mecánicas, más angostas y de paredes más gruesas, se hallan cerca de la superficie y son las de mayor valor comercial. Las vasculares que rodean los haces, son más frecuentes en el centro de la hoja.

Las *Sansevierias* se propagan vegetativamente, por cortes de rizoma o de hojas maduras, que forman raíces numerosas. Se hibridizan con facilidad y en Florida, donde *S. trifasciata* presenta ciertos problemas por su baja resistencia al frío y a la iluminación intensa, los híbridos entre esa especie y *S. deserti*, parecen ser de promesa en la producción comercial.

REFERENCIAS

- KIRBY, R. H. Vegetable fibers: botany, cultivation and utilization. London, Leonard Hill, 1963. 464 p.
- LOCK, G. W. Sisal. London, Longmans, 1962. 355 p.
- MEDINA, J. C. O sisal. Sao Paulo, Secretaría de Agricultura, 1954. 286 p.

DIOSCOREACEAS

9

Familia casi exclusivamente tropical, de hierbas trepadoras, con tallos rizomatosos subterráneos y permanentes, y uno o más vástagos aéreos, anuales o perennes. Las hojas tienen nervadura reticulada, carácter en que difieren de la mayoría de las Monocotiledóneas. Las flores nacen en racimos simples, por lo común con flores de un solo sexo. El perianto se compone de 3 sépalos y 3 pétalos. Hay 3 ó 6 estambres, y el ovario ínfero es trilobular. El fruto es una baya o cápsula; las semillas son con frecuencia aladas.

Las Dioscoreáceas se utilizan en primer término por los tallos tuberosos, comestibles, llamados ñames. Se conocen varias especies africanas, asiáticas y americanas que se cultivan para alimento. En las últimas décadas algunas especies silvestres de *Dioscorea* se explotan intensamente para la obtención de sustancias que se usan en la preparación de cortisona.

ÑAMES, *Dioscorea* spp.

Las *Dioscoreas* alimenticias se conocen con el nombre colectivo de ñames, término de origen africano del que se derivan el francés igname, inhame en portugués, y el inglés yams. En Brasil se conocen con el nombre también colectivo de carás.

Los ñames se cultivan por sus rizomas harinosos, de buen contenido en proteínas y minerales, sabor agradable y alta digestibilidad. En los trópicos húmedos los ñames superan en rendimiento a los cereales, pero son inferiores a la yuca.

Los rizomas de todas estas especies requieren cocimiento antes de comerse, pues contienen saponinas y otras sustancias venenosas.

Origen y dispersión

Las *Dioscoreas* fueron domesticadas independientemente en tres áreas tropicales: las selvas del Sureste de Asia, la región de bosques de África occidental, y la cuenca amazónica. De cada una de ellas se originan especies que se han propagado por todos los trópicos, y otras que no han salido aún del área de domesticación. Entre las primeras, las más importantes son *D. alata*, de Asia; *D. rotundata* y *D. cayennensis*, de África; y *D. trifida*, de América.

La domesticación de las *Dioscoreas* es un proceso elemental. Las tribus más primitivas de las selvas de los trópicos tienen

en ellas un alimento fácil de obtener, cosechando los rizomas de plantas silvestres. Para el cultivo se escogieron los tipos de tubérculos superficiales no venenosos. Estas dos características son muy desfavorables en el habitat natural, pues las sustancias venenosas y el crecimiento profundo de los tubérculos constituyen una protección contra los animales silvestres, y la segunda especialmente contra la sequía estacional. El cultivo de las *Dioscoreas* es muy simple. Consiste en sembrar un rizoma o parte de él, acumular tierra a su alrededor y proveer de soporte a los tallos aéreos.

La dispersión histórica data de los viajes de los portugueses a los trópicos y del comercio de esclavos. Los primeros descubrieron en las costas de Africa y Asia que las *Dioscoreas* eran un alimento nutritivo y que se podía almacenar fácilmente, de modo que iniciaron el intercambio de especies entre Asia, Africa y América. Para los negros de Guinea las *Dioscoreas* nativas habían sido un alimento tradicional, y por lo tanto las introdujeron en Sur América y las Antillas, de donde luego se extendieron por Centro América hasta México.

Sistemática

Las seis especies principales en cultivo pueden distinguirse según la clave siguiente:

1. Hojas enteras
 2. Tallos alados *D. alata*
 2. Tallos no alados
 3. Tallos aéreos sin bulbillos
 4. Tallos aéreos que arrollan a la izquierda.....*D. esculenta*
 4. Tallos aéreos que arrollan a la derecha
 5. Rizomas de pulpa blanca *D. rotundata*
 5. Rizomas de pulpa amarilla *D. cayenensis*
 3. Tallos aéreos con grandes bulbillos *D. bulbifera*
 1. Hojas divididas *D. trifida*

Morfología general

Las *Dioscoreas* están constituidas por un órgano subterráneo de reserva del que salen numerosas raíces, y en cuya parte superior brotan uno o varios tallos trepadores. El rizoma es permanente, y emite vástagos aéreos una vez al año, durante la estación de mayor humedad. Los tallos aéreos duran un año, florecen, fructifican y mueren. Después de un período de latencia, el rizoma emite nuevos brotes, de modo que la planta es potencialmente perenne. Parte del rizoma en muchas especies, y en particular en las comestibles, se seca todos los años. En otras sigue creciendo y puede llegar a pesar hasta 100 libras.

Al principio el rizoma suple al tallo nuevo de elementos nutritivos, pero después se convierte en el depósito de las sustancias de reserva elaboradas por las hojas. Así en *D. alata* se ha encontrado una correlación marcada entre el volumen del follaje y el peso de los rizomas.

Los tallos aéreos nuevos están protegidos en su porción inferior, por escamas caedizas, y emiten ramillas laterales, que les sirven de soporte; los tallos desarrollados se ramifican poco. Es frecuente la presencia de bulbillos aéreos en las axilas de las hojas.

Las hojas opuestas están provistas de pecíolos largos, acanalados, con un pulvino basal y otro inmediato a la lámina. Esto les permite adoptar posiciones diferentes, según las necesidades de luz.

Las plantas de *Dioscorea* son unisexuales. Las especies cultivadas florecen esporádicamente. Las inflorescencias son racimos simples, uno a más por axila, y aparecen en la parte superior de los tallos. Las flores de menos de 5 mm. de diámetro, tienen 3 sépalos y 3 pétalos diminutos. En las estaminadas (Fig. 9.1 B) hay 6 estambres cortos, que a menudo producen polen infértil. Las pistiladas (Fig. 9.1 C) llevan en la base un ovario de 3 alas; en cada una de éstas hay una semilla plana y membranosa.

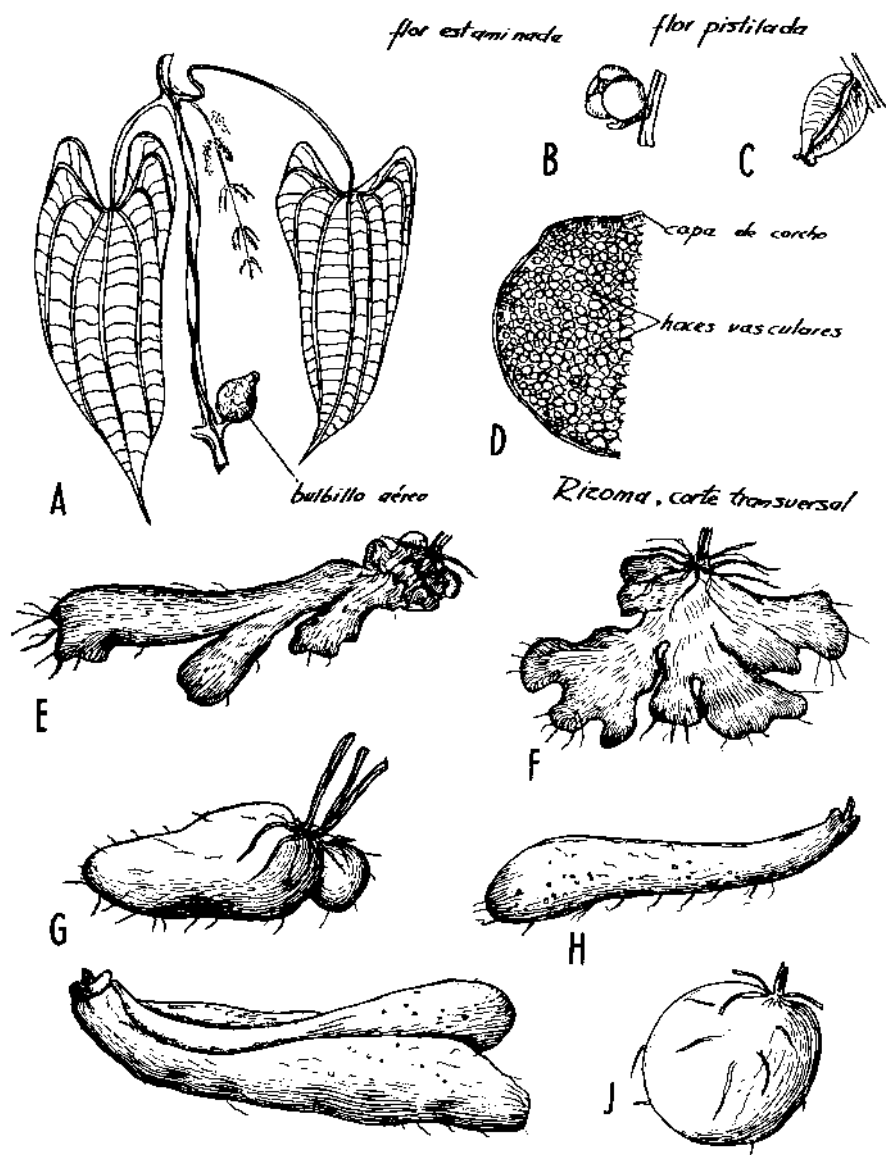


Fig. 9.1. *Dioscorea alata*, ñame grande. A, rama florífera con bulbilllo aéreo. B, flor estaminada. C, flor pistilada. D, corte transversal del rizoma. E a J, tipos de rizomas.

Rizoma

La parte comestible de los ñames es un cuerpo rizomatoso, de forma muy variable, aplanado, simple o dividido como los dedos de la mano. Externamente los rizomas están cubiertos por una capa cor-

chosa (Fig. 9.1 D), de varias células de espesor, secas y comprimidas. El centro del rizoma no presenta como en otras Monocotiledóneas, una separación clara entre la región cortical y el cilindro central. Es una masa uniforme de parénquima, rico en almidón, lo que le da un aspecto

opaco. Dentro de él se distinguen manchas más o menos circulares, pequeñas y más claras, que corresponden a los haces vasculares. Estos son suaves y están rodeados de vainas de parénquima con poco almidón. Hay también muchos canales de

mucilago. Es frecuente la presencia de áreas moradas en la masa blanca o amarilla del rizoma, y hay algunos cultivares brasileños con rizomas completamente morados.

ÑAME GRANDE O BLANCO, *Dioscorea alata*

Tipos silvestres de esta especie se encuentran aún en las selvas húmedas de Malasia. En el Viejo Mundo su área de distribución incluye sólo zonas de alta humedad. A América fue introducida por los esclavos africanos y navegantes portugueses en el siglo XVII. En la actualidad es el ñame más difundido, especialmente en las Antillas, Brasil y Venezuela.

Esta especie (Fig. 9.1) se caracteriza por sus tallos cuadrangulares, con alas membranosas de borde irregular, con frecuencia manchadas de morado. La lámina es acorazonada, con 3 a 5 nervios principales que salen de la inserción del pecíolo (Fig. 9.1 A).

Como es una planta de cultivo muy antiguo se conocen numerosos clones. Estos se caracterizan principalmente por la forma de los rizomas (Fig. 9.1 E-J): en unos como el llamado 'Asa-coco' de Brasil, son casi esféricos. En otros son planos y alargados, de forma muy irregular; hay también clones con rizomas cilíndricos, largos y encorvados. Muchos clones tienen

rizomas digitados, semejantes a manos, con dedos gruesos y cortos.

El color de la pulpa varía de blanco a amarillento. Es frecuente la presencia de áreas violáceas, que es característico de los tipos de bajo rendimiento.

Existen diferencias notables entre clones en cuanto a la profundidad a que crecen los rizomas. En algunos son superficiales, en otros profundos. El caso extremo es un clon de Filipinas, en que los rizomas tienden a crecer arriba del suelo y requieren la formación de montículos para su desarrollo.

El rendimiento en los ñames depende tanto de factores hereditarios como ambientales; en los pocos experimentos que se han hecho se ha observado que por lo común los clones de rizomas digitados y profundos son los más rendidores.

En las Antillas los clones 'Oriental', 'Coconut Lisbon', y 'Barbados' son de crecimiento superficial; 'Hunge' es notable por sus buenas características de conservación.

TONGO, *Dioscorea esculenta*

Especie asiática, cultivada en las Antillas, de tallos aéreos cilíndricos, que arrollan a la izquierda, provistos de espinas cortas y fuertes (Fig. 9.2). Las hojas acorazonadas, de ápice corto, son más anchas que largas y miden de 12 a 15 cm. de ancho. Tienen varios nervios principales y están cubiertas de pubescencia rala. Las flores verdosas aparecen en racimos solitarios.

Los rizomas crecen superficialmente, agrupados alrededor de la base de los ta-

llos aéreos, y están protegidos por una masa de raíces espinosas. En algunos clones la raíces son casi inermes. Los rizomas elipsoidales, grisáceos, lisos, cubiertos de raíces finas y esparcidas, miden de 15 a 20 cm. de largo. La pulpa es blanca, fina, de sabor algo dulce, muy agradable. No presentan condiciones favorables para el almacenamiento.

D. esculenta se cultiva poco en América, a pesar de su buena calidad; se la llama en las Antillas tongo o ñamepapa.

ÑAME BLANCO, *Dioscorea rotundata*

El ñame blanco o de Guinea es una especie africana de tallos aéreos cilíndricos, espinudos hacia la base, inermes arriba, con hojas acorazonadas, curvadas a lo largo del nervio central, de 10 a 12 cm. de largo por 6 a 8 cm. de ancho. Las inflorescencias aparecen en grupos de 4 racimos, con flores amarillentas.

Los tubérculos son por lo general cilíndricos, solitarios o en grupos, de 20 a

30 cm. de largo por 6 a 8 cm. de grueso, externamente de color café claro a grisáceo, internamente blanco puro, de textura muy uniforme, suave y quebradiza, libre de fibras. Por su textura fina, bajo contenido de humedad y sabor algo dulce, se considera el ñame Guinea como el de mejor calidad. Tiene buenas condiciones para el almacenamiento.

PAPA CARIBE, *Dioscorea bulbifera*

Especie asiática, de introducción reciente en América (Fig. 9.3). Se le cultiva especialmente en Antillas, Centro América y Brasil. En las dos primeras regiones se la llama papa caribe, papa de aire; en Brasil cará de as o cará de zapateiro.

La planta alcanza hasta 10 m. de longitud. Los tallos cilíndricos, poco retorcidos, se arrollan a la izquierda. Las hojas grandes, acorazonadas, gruesas y planas, miden de 6 a 30 cm. de largo por 3 a 12 cm. de ancho; hay de 9 a 12 nervios principales.

El carácter más notable en esta especie son los grandes bulbos aéreos, que aparecen en las axilas de las hojas superiores. Son cuerpos aplanados, con caras curvas

que forman aristas. Miden de 5 a 20 cm. de largo y llegan a pesar hasta una libra. La superficie es grisácea, mate, cubierta de protuberancias pequeñas y puntos más claros. Interiormente son amarillentos, de pulpa dura y libre de fibras. Contienen principios venenosos, por lo que deben cocinarse con cuidado. Por su forma y superficie dura, los bulbos se pueden conservar por varios meses.

Los rizomas son digitados, de 12 a 18 cm. de largo por 10 a 12 cm. de ancho, cubiertos de raicillas. La pulpa es amarilla, por lo general con manchas violáceas, dura, difícil de cocinar, de calidad inferior. Los rizomas resisten bien el almacenamiento.

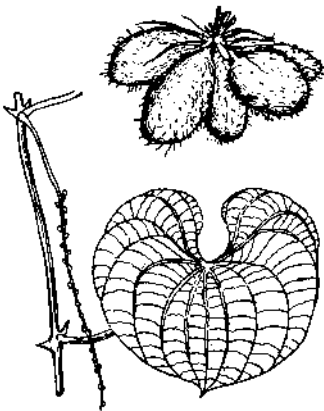


Fig. 9.2. *Dioscorea esculenta*, ñame. Tallo y rizomas.

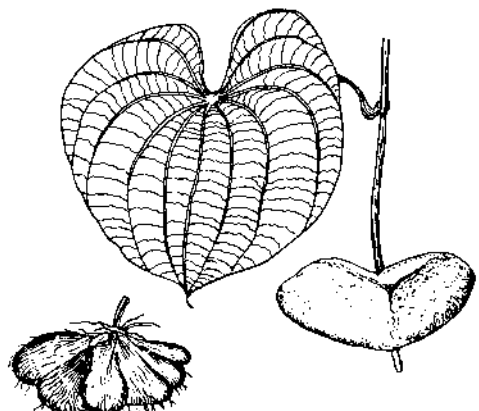


Fig. 9.3. *Dioscorea bulbifera*, ñame. Tallo y rizomas.

ÑAME AMARILLO, *Dioscorea cayennensis*

Especie de origen africano, introducida por los esclavos negros en América y descrita originalmente de Cayena (Fig. 9.4). Es una planta relativamente baja, de follaje compacto y tallos cilíndricos. Las hojas triangulares, duras y brillantes, de tono verde oscuro, miden de 8 a 10 cm. de largo por 4 a 6 cm. de ancho.

Los rizomas, cilíndricos o aplanados, de 10 a 30 cm. de largo, tienen la superficie dura y corchosa. La pulpa es de color amarillo claro y textura uniforme, por lo que es uno de los ñames más apreciados.

Sin embargo por su tamaño y estructura no son fáciles de almacenar. En esta especie, como en *D. alata*, es posible cortar parte del rizoma cuando éste permanece aún en el suelo, conforme se necesita, sin que ésto parezca afectar la vida de la planta.

La *Dioscorea cayennensis* se cultiva especialmente en Antillas y Centro América, donde se le llama ñame amarillo o congo amarillo.

Varios autores sostienen que ésta es una forma de *D. rotundata*.

MAPUEY, *Dioscorea trifida*

Especie americana, posiblemente originaria del Norte de América del Sur; su cultivo no ha llegado a extenderse como el de las especies africanas o asiáticas. Es una trepadora de tallos aristados, verdes o con manchas purpúreas, y hojas grandes que se dividen hasta la base en 3, por lo general, rara vez en 5 lobos (Fig. 9.5). La lámina mide de 4 a 10 cm. de largo por 1 a 3 cm. de ancho. Una planta produce 10 ó más rizomas cortos, de 4 a 8 cm. de largo, blancos o morados, de cáscara lisa; interiormente son blancos o con áreas purpúreas, de textura fina y

uniforme. A pesar de su escaso rendimiento esta especie se siembra por la calidad excelente de sus rizomas. Se le llama en las Antillas y América del Sur cush-cush o mapuey.

Otras especies

En Asia se cultivan además *D. aculeata* de la cual se conocen numerosos clones. La planta produce muchos rizomas pe-

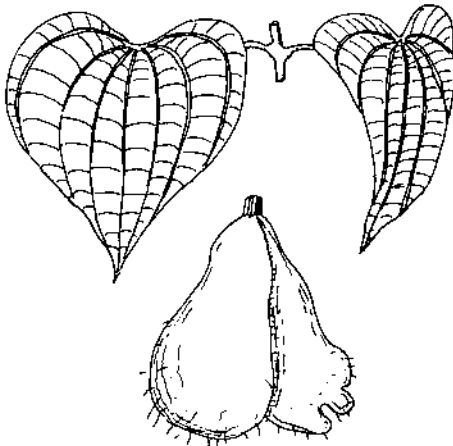


Fig. 9.4. *Dioscorea cayennensis*, ñame. Tallo y rizomas.

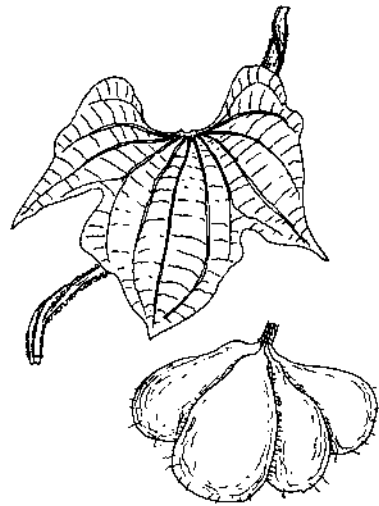


Fig. 9.5. *Dioscorea trifida*, mapuey. Tallo y rizomas.

queños, adheridos por una prolongación delgada al tronco principal. *D. pentaphylla*, de tallos alados y hojas con 5 lobos; esta especie ha sido introducida a América. *D. nummularia*, de tallo muy espinudo en la base y hojas enteras. *D. hispida*, de hojas con 3 lobos y rizomas cortos y cubiertos de raíces.

En África se utilizan varias otras especies aparte de las ya mencionadas. En América se cultivan en Brasil *D. subhastata*, de rizomas grandes, hasta de 3 kilos; *D. dodecandra*, con rizomas cubiertos de raíces numerosas y largas; *D. piperifolia* y otras.

Futuro del cultivo de las Dioscoreas

Las *Dioscoreas* ocupan en los trópicos un lugar especial en la alimentación. Son un producto agradable, más nutritivo que la yuca, pero de menor rendimiento y superiores al camote en cualidades de conservación. Sin embargo el material de siembra que se requiere es voluminoso, pues experimentalmente se ha comprobado que tubérculos enteros rinden más que cortados, y que existe una relación directa entre el volumen del tubérculo sembrado y el volumen de los tallos aéreos. El cultivo es muy simple y se están haciendo ensayos de mecanización.

La riqueza clonal ofrece posiblemente la única solución al mejoramiento, ya que la irregularidad de la florescencia, y el desconocimiento actual de la citología y mecanismos genéticos, no permiten establecer planes definidos de mejoramiento.

Usos recientes de otras Dioscoreas

En la última década ciertas especies de *Dioscorea* han adquirido importancia comercial por su contenido de diosgenina, sustancia que se utiliza en la preparación de cortisona. Esta utilización ha llevado a una extensa explotación de plantas silvestres en México y al establecimiento de plantaciones comerciales. Ninguna de las especies cultivadas como alimenticias contiene cantidades apreciables de diosgenina. Este y otros compuestos similares se hallan en mayor abundancia en especies silvestres, cuyos tubérculos de pulpa amarilla, son notables por el alto contenido de saponinas.

Aunque el comercio actual de *Dioscoreas* está basado en la recolección de material silvestre, puede desarrollarse como una industria agrícola, si el mercado de cortisona continúa su expansión actual, y si el producto sintético no entra en competencia.

REFERENCIAS

- MOLINARY S. E. y OLIVENCIA, P. El cultivo del ñame en Puerto Rico. Puerto Rico, Colegio de Agricultura y Artes Mecánicas. Boletín de Extensión no. 12. 1937. 34 p.
- NOTER, R. DE. Les ignames et leur culture dans le cinq parties du monde. Paris, s. e., 1914. 65 p.
- WAITT, A. W. Yams, *Dioscorea* species. Field Crop Abstracts 16(13):145-157 1963.
- MONTALDO, A. Bibliografía sobre yuca, ñame, ocumo y taro. Maracay, Venezuela, Facultad de Agronomía, 1963. 19 p. (mimeografiado).

ORQUIDEAS

10

La familia de las Orquídeas es la más numerosa de todas. Sin embargo, contiene sólo una especie de valor industrial, la vainilla. Las orquídeas ornamentales son muy numerosas y de alto valor económico.

Esta familia incluye especies predominantemente tropicales. Muchas de ellas crecen epífitas, y muestran numerosas adaptaciones a esa condición. Tienen raíces absorbentes y los tallos y hojas actúan como órganos de almacenamiento; la estructura de la epidermis impide la pérdida excesiva de agua. Las flores en racimos, espigas o panículas son de un tipo especial: por lo común los 3 sépalos son iguales y los 2 pétalos laterales también son similares entre sí. El tercero o labelo, que ocupa una posición central, es más desarrollado y por su forma y color constituye la parte más llamativa de la flor. Los órganos de reproducción se encuentran en una columna; el ovario es ínfero. El fruto es una cápsula con muchas semillas diminutas, las cuales carecen de endosperma.

VAINILLA, *Vanilla planifolia*

La vainilla del comercio se obtiene de las frutas elaboradas de varias especies del género *Vanilla*, y por sus propiedades aromáticas tienen uso en confitería, preparación de helados, bebidas y perfumes. En las últimas décadas el producto natural ha sido reemplazado por otro sintético, pero recientemente en algunos países las regulaciones sanitarias han limitado el uso del último, y la producción de vainilla natural se ha vuelto a incrementar. La vainilla se cultiva comercialmente en 4 regiones: Madagascar y Reunión que exportan el 85 por ciento del consumo mundial, el cual se estima en 3.000.000

de lbs.; México que exporta cerca del 10 por ciento y el resto es producido por Tahití y otras islas en Oceanía Francesa, y las Antillas.

La principal especie en producción comercial es *Vanilla planifolia* (*V. fragans*) (Fig. 10.1 A). Su área de distribución natural son las tierras continentales húmedas, bajas de menos de 800 m., desde el Sur de México hasta el Norte de Bolivia. Es también la especie cultivada en las Antillas y en Madagascar, adonde fue introducida en el siglo pasado. Como el cacao, a cuya utilización estaba íntimamente asociada, la vainilla fue domestica-

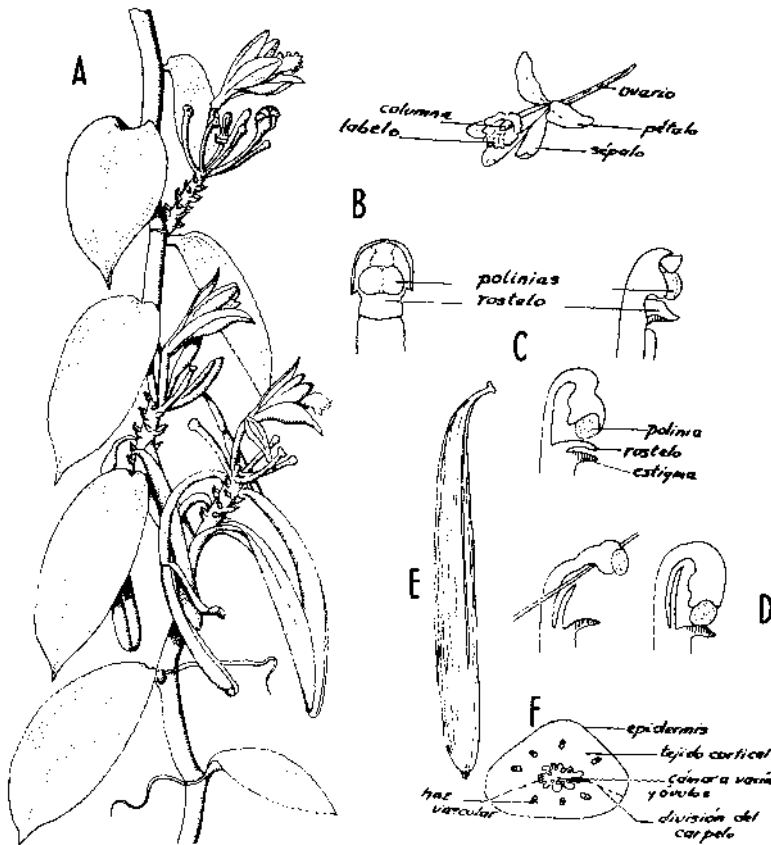


Fig. 10.1. *Vanilla planifolia*, vainilla. A, porte. B, flor. C, órganos de reproducción. D, polinización artificial. E, fruto. F, corte transversal del fruto.

da por tribus indias del Sur de México, que la utilizaron especialmente para dar aroma al chocolate. Los españoles aprendieron a usarla y establecieron un comercio activo con Europa. La producción comercial fuera del área de origen, se desarrolló particularmente en las antiguas colonias francesas.

La vainilla es una liana de tallo simple o ramificado, cilíndrico, verde y carnoso, con entrenudos en zigzag, que se adhiere por medio de raíces adventicias a los troncos. En cultivo crece sobre árboles sembrados exprofeso, o en soportes bajos de concreto. De cada nudo sale una o varias raíces adventicias, opuestas a la hoja. Su función principal es de soporte, pero tienen como las raíces típicas de las orquídeas, una estructura exterior, el velamen, que les permite absorber y retener

el agua. Las raíces alimentadoras están en los entrenudos inferiores y crecen entre las hojas descompuestas del suelo del bosque, formando un sistema radical denso y relativamente corto.

Las hojas de esta especie son casi sésiles, oblongas o lanceoladas, agudas en el ápice, de 5 a 25 cm. de largo por 2 a 10 cm. de ancho. Son planas o cóncavas, gruesas y carnosas, pues constituyen el órgano principal de almacenamiento de la planta.

Las inflorescencias salen de las axilas de las hojas; el eje corto y succulento, lleva de 4 a 20 flores carnosas, verduscas o amarillentas (Fig. 10.1 B). Los 3 sépalos son lineares, de 4 a 7 cm. de largo. Hay 3 pétalos, 2 semejantes a los sépalos; el tercero o labelo, en forma de trompeta, con el tubo basal cerrado y la parte terminal

abierta y curvada hacia afuera, tiene en el centro varios surcos papilosos en sentido longitudinal. Los órganos reproductores como en todas las orquídeas, forman una sola columna; el ovario es fusiforme, verdusco y sésil, mide de 4 a 5 cm. de largo, y termina en una columna envuelta por el labelo. En la parte superior de la columna (Fig. 10.1 C) hay 2 anteras con masas de polen, las polinias; poco más abajo están las áreas estigmáticas, abiertas y húmedas. Las anteras están separadas del estigma por un cuerpo en forma de lámina delgada, el rostelo. Este órgano representa el tercer estigma, estéril, y por su posición impide que las polinias alcancen a los estigmas fértiles. En la vainilla, como en muchas otras orquídeas, esta disposición de los órganos sexuales no favorece la autopolinización. En las áreas en que la vainilla crece naturalmente, la polinización se hace por abejas silvestres del género *Melipona*, y la formación de frutos es escasa. En la producción comercial se ha recurrido a la polinización artificial, descubierta en Madagascar y ahora usada en todas las regiones productoras. Esa operación consiste en levantar el rostelo con una aguja fina y larga que se maneja con la mano derecha, y presionar con el pulgar izquierdo la parte superior de la columna, para que las masas de polen alcancen el estigma (Fig. 10.1 D). Para facilitar el trabajo de polinizar la vainilla no se la deja crecer a mucha altura; los tallos se doblan hacia abajo o se podan; estas operaciones aumentan también el número de flores. En una inflorescencia se abren 2 ó 3 flores diariamente, que se marchitan el mismo día. Como la floración ocurre en estaciones marcadas, de dos meses por lo común, el trabajo de polinización artificial es muy intenso durante ese período. Se polinizan sólo las flores de la parte inferior del racimo, pues las superiores dan frutos cortos y curvos.

Fruto

El ovario se forma de paredes gruesas, y contiene miles de óvulos. Su crecimiento

se inicia inmediatamente después de la polinización, antes de que los granos de polen alcancen los óvulos. Al mes y medio termina de crecer, y aumenta del tamaño original de 4 a 6 cm. hasta 16 a 20 cm. de longitud. Los frutos maduros (Fig. 10.1 E, F) se tornan amarillentos, comenzando por el ápice, se suavizan, oscurecen y tienden a abrirse en dos valvas longitudinales. Si se dejan en la planta se forman en la superficie gotas de bálsamo de vainilla. Para la preparación comercial los frutos deben recogerse cuando están aún amarillentos y compactos. Se cortan con cuidado y se someten a un proceso de beneficio complicado: marchitamiento por calor; calentamiento para que adquieran la textura y flexibilidad deseadas; secamiento; almacenamiento bajo condiciones especiales de temperatura y humedad. El objetivo del beneficio es promover en los frutos la formación de vainillina y otros compuestos que no se hallan en la fruta fresca, y que son los que dan el valor comercial al producto.

Otra especie de calidad inferior, con la misma distribución natural, es el vainillón, *V. pompona*, que se cultiva en Guadalupe, Dominica y Martinica. Difiere de la primera en sus hojas más gruesas, que miden de 15 a 30 cm. de longitud por 4 a 12 cm. de ancho; en las flores de mayor tamaño, con sépalos y pétalos de más de 7,5 cm. de largo, y por carecer de las líneas verrucosas en la lámina del labelo. El fruto es más corto y grueso, y no se abre en la madurez.

La tercera especie comercial es *V. tahitensis*, de Tahití y otras islas de Oceanía Francesa; difiere de *V. planifolia* por sus hojas más delgadas, flores y frutos rojizos y más cortos. En Sur América además de las especies citadas, se utilizan otras silvestres, de calidad inferior.

Selección

La vainilla se propaga sólo por medios vegetativos, y la obtención de clones superiores es el método más efectivo de se-

lección. La hibridación interespecífica ofrece buenas posibilidades, si no afecta el tamaño y otras características del fruto. Hay varios problemas, en particular enfermedades de la raíz y del follaje, que en otras especies son menos serias que en *V. planifolia*.

La vainilla es diploide, $2n=32$. Se ha intentado obtener tipos superiores por inducción de poliploidia artificial. Pero ni este método ni la hibridación han dado aún resultados prácticos.

ORQUIDEAS ORNAMENTALES

Las orquídeas ornamentales no tienen en América tropical el valor económico que han adquirido en cultivos de invernadero en Europa y Estados Unidos, o a campo abierto en los trópicos asiáticos. Varios factores impiden que su cultivo se desarrolle en América Latina; entre ellos el desconocimiento de técnicas de manejo, en particular la propagación por semilla y la hibridación, que fueron descubiertas y perfeccionadas en Europa y Estados Unidos; o factores naturales, como la alta frecuencia de enfermedades e insectos dañinos. A pesar de esto existen casos de explotación comercial de orquídeas, que permiten juzgar que esta empresa podría ser de gran valor en los trópicos americanos.

Raíces

Las raíces de las orquídeas epífitas constituyen órganos de sostén y absorción muy bien adaptados a condiciones variables de humedad. Son al principio cilíndricas, luego se aplanan y fijan a los troncos por papilas que aparecen en la cara inferior, de modo que no es posible separarlas por completo de la superficie a que se adhieren. Con frecuencia su geotropismo es positivo o indeterminado. La estructura de la raíz presenta características especiales: la epidermis constituida por una sola capa de células, cubre el velamen, formado por 6 a 12 capas de células alargadas en sentido radial, con abundantes espacios aéreos. La función principal del velamen es la protección de los tejidos centrales contra las pérdidas de agua; además funciona como órgano de absorción, lo cual se puede observar colocando una gota de agua en una raíz seca, por la

cual es rápidamente absorbida. La exodermis, que limita el velamen, es una sola capa de células en que alternan una célula grande con otra más angosta. Los tejidos corticales están constituidos por parénquima lleno de cloroplastos; con frecuencia está ocupado o destruido por micorrizas, que viven en simbiosis con la orquídea. Debajo está la endodermis, en la que alternan células de paredes gruesas con otras de paredes delgadas. El cilindro central se forma de periciclo, en que hay muchas fibras, y grupos de xilema y floema. Es muy común la presencia de espacios vacíos en la región central.

Tallos y hojas

El tallo es un rizoma, simple o ramificado, de crecimiento simpodial. En *Cattleya* y otros géneros, el rizoma produce yemas que forman tallos aéreos, que se llaman comúnmente pseudobulbos. La yema y el tallo aéreo están cubiertos por hojas escamiformes no permanentes, que se caen o secan conforme crece la planta; hay una o más hojas permanentes al extremo del tallo. En otros géneros el tallo aéreo es cilíndrico, ovoide o casi esférico. En *Odontoglossum* no existen pseudobulbos, y en *Vanda* los hay en unas especies y faltan en otras. El tallo aéreo es fotosintético y funciona como un órgano de almacenamiento de agua y sustancias de reserva. Los haces vasculares que lo recorren en sentido longitudinal, tienen una cubierta de fibras fuertes.

Las hojas de las orquídeas son gruesas en muchos géneros, como *Cattleya*, muy delgadas en otros. En todos presentan una estructura de protección contra pérdidas de agua, sea por las paredes gruesas de la

epidermis, como por los tejidos de almacenamiento en el mesofilo.

Inflorescencia

El valor comercial de las orquídeas ornamentales lo determina la forma, tamaño y color de sus flores. La duración es otro carácter de importancia; en las especies que no se autopolinizan, las flores duran varios días.

La forma básica de la inflorescencia es el racimo. En *Cattleya* y en muchos otros géneros es terminal, y brota del ápice del tallo aéreo, protegida por una espata dura. En *Vanda* y *Pescatorea*, sale de las axilas de las hojas. En *Stanhopea* los racimos brotan de la parte inferior del tallo.

La forma básica de la flor de una orquídea fue descrita en la vainilla. Los 3 sépalos son por lo común más pequeños y de colores menos brillantes. De los pétalos, 2 son de tamaño similar y el tercero o labelo, forma en la base una envoltura tubular alrededor de la columna, y se abre en la parte terminal en prolongaciones de formas y colores muy variados.

Los órganos de reproducción están soldados en un sólo cuerpo. En la parte inferior, debajo de la envoltura floral, está el ovario. Encima la columna, formada por la unión de estambres y pistilo. Los estambres se reducen por lo común a uno y el polen se agrupa en masas o polínias. Los estigmas fértiles son dos; el tercero, estéril, forma el rostelo, que por lo común aparece como un reborde que separa las polínias de las superficies estigmáticas.

La polinización debe hacerse por agentes especiales, insectos principalmente, y las relaciones entre la estructura de la flor y los hábitos de éstos son a menudo tan específicos que faltando esos agentes polinizadores no hay formación de fruto. Las polínias se sueltan movidas por los insectos y tocan las superficies estigmáticas de la misma flor, o son llevadas por éstos a las flores de otra inflorescencia donde se adhieren y descargan el polen.

Los frutos son cápsulas dehiscentes, que contienen muchos miles de semillas mi-

núsculas, formadas sólo por el embrión y su cobertura. Para germinar y crecer estas semillas necesitan que ciertas micorrizas penetren en sus tejidos, y promuevan el desarrollo del embrión y la formación de raicillas. La simbiosis con micorrizas es general para todas las orquídeas durante el período de germinación. Por algún tiempo se practicó su aplicación artificial para lograr la germinación, colocando las semillas en las raíces de la planta madre, pues las micorrizas son por lo general diferentes para cada especie. Después se desarrolló otro método, que consistía en aislar y cultivar las micorrizas para sembrar en ella las semillas. Los métodos modernos de germinación reemplazan la acción de la micorriza con sustancias nutritivas, agar y otros, que la semilla puede absorber directamente.

Especies e híbridos

La mayoría de las orquídeas comerciales son híbridos triploides o tetraploides. En esta familia, la más rica en especies, es donde la hibridación se ha realizado más intensamente. Desde un comienzo los híbridos se hicieron no sólo entre especies del mismo género sino entre especies de géneros diferentes, al punto de que hay híbridos en que se han incluido padres de cuatro géneros. 'Pottinara Juliette', por ejemplo, es un cruce de dos padres que se originan de especies de los géneros *Cattleya* x *Brassovola* y *Laelia* x *Sophranitis*.

Entre los géneros de valor comercial, *Cattleya* ocupa el primer lugar. Este es un género americano, de flores grandes y vistosas. Es también de las que mejor se combina con géneros vecinos; *Laelia*, género americano afín al anterior, ha dado también híbridos numerosos. *Oncidium*, *Odontoglossum*, *Miltonia*, *Cymbidium*, *Epidendrum*, incluyen muchas especies americanas de valor comercial. Entre los géneros de los trópicos del Viejo Mundo, *Vanda*, *Phalaenopsis* y *Dendrobium*, son los más cultivados por sus flores vistosas y duraderas.

REFERENCIAS

- BOURIQUET, G. Le vanillier et la vanille dans le monde; origine, caryologie, morphologie et histologie, systématique, écologie, microflore des sols vanilleries, multiplication, cultures, maladies et ennemis, technologie, chimie, alterations, fraudes, vanillisme, conditionnement, commerce. Paris, Lechevalier, 1954. 784 p. (Encyclopédie Biologique 46)
- CORRELL, D. S. Vanilla: its history, cultivation and importance. *Lloydia* 7(3):236-264. 1944.

BROMELIACEAS



Las Bromeliáceas constituyen un grupo tropical, casi exclusivamente americano, de hierbas cuyas hojas forman una roseta basal; la inflorescencia terminal está a menudo provista de brácteas vistosas. Muchas especies son epífitas y absorben su nutrimento tanto por las raíces como por las hojas. Las flores tienen perianto doble, constituido por 2 series de 3 piezas cada una. Hay 6 estambres y 1 pistilo con 3 estigmas. Los frutos son bayas o cápsulas; en el caso de la piña se agrupan formando un sincarpio o fruto compuesto.

La especie útil más importante es la piña. Algunas Bromeliáceas suramericanas se utilizan por las fibras de las hojas, como pitafloja, *Aechmea magdalenae* y la caroá, *Neoglaziovia variegata*. La barba de viejo, *Tillandsia usneoides*, se usa para relleno de muebles y otros usos menores en los trópicos y en Florida. Hay muchas Bromeliáceas ornamentales, por lo vistoso del follaje o de las inflorescencias.

PIÑA, ABACAXI, *Ananas comosus*

Origen y dispersión

La piña no se conoce en estado verdaderamente silvestre. Tampoco parece derivarse de las otras especies de frutos comestibles del género *Ananas*, como *A. bracteatus*, *A. fritzmuelleri*, *A. erectifolia* y *A. ananasioides*, las cuales producen frutas muy pequeñas, con pocas semillas; la primera se cultiva en forma muy primitiva en Brasil y Paraguay. Todas estas especies son nativas de la cuenca amazónica, y fue dentro de esta vasta región donde indudablemente se domesticó la piña. Se han señalado como el área de origen la cuenca superior del Paraná, entre Brasil, Paraguay y Argentina; las sel-

vas del curso superior del Amazonas, y las regiones semisecas de Brasil, Venezuela y Guayanas.

Ananas comosus muestra dentro de la cuenca amazónica una variación notable. Algunas de las piñas cultivadas por los indios son de calidad inferior, pero en el Norte, especialmente en Venezuela, Guayanas y Colombia, se cultivan tipos superiores. Antes de la llegada de los europeos la piña se había extendido por las Antillas y Centro América hasta México.

Morfología general

El tallo de la piña es una estructura en forma de maza, con la parte superior

más ancha y la inferior angosta y por lo común curva (Fig. 11.1 A). En la parte superior está cubierto por hojas de filotaxia de 5/13; más abajo se presenta una zona de hojas secas y finalmente bajo el suelo, una parte curva de la que salen muchas raíces.

El tallo central se continúa en el pedúnculo floral, luego en el eje central de la inflorescencia, con la cual forma una sola maza, para terminar en el ápice en una corona de hojas. En algunas variedades de piñas, y en otras *Ananas silvestres*, el pedúnculo floral está muy bien desarrollado. En la generalidad de los clones comerciales en cambio, es muy corto y está cubierto por hojas.

El tallo central emite brotes laterales, que reciben nombres diversos: chupones, hijuelos, esquejes, retoños y otros. Salen en primer término, de la porción basal del tallo; éstos tienen hojas largas y angostas, más cortas hacia la parte inferior, y constituyen el mejor material de propagación. Un segundo tipo de retoños más cortos, se forma de yemas del tronco; también se usan en la reproducción vegetativa. El tercer tipo sale del pedúnculo, o debajo del fruto, y es de follaje mucho más corto y compacto, y semeja una piña diminuta. Todos estos brotes tienen una base más o menos curva, pues salen de yemas horizontales y luego crecen verticalmente.

Los brotes laterales basales funcionan en las especies silvestres o en las plantas escapadas de cultivo como el medio natural de propagación vegetativa, pues una vez que la inflorescencia y fruta terminal se han secado y desaparecido, los tallos laterales se desarrollan, forman sus frutos y a su vez dan origen a nuevos tallos laterales. La piña puede considerarse así como una planta perenne.

Estructura del tallo

El tallo es una estructura carnosa, en forma de maza, con entrenudos cortos. Internamente se distinguen en corte transversal primero los tejidos corticales, luego la región vascular, de color más claro, y por último el cilindro central.

Los tejidos corticales se forman de parénquima, y están atravesados por las raíces y haces vasculares que los recorren en todas direcciones; estos haces, más claros, resaltan sobre el fondo oscuro del parénquima.

La región vascular es una franja muy angosta, constituida por una banda de haces vasculares, que separa los tejidos corticales del cilindro central. Desde ella los haces se distribuyen irregularmente por el resto del tallo, en diferentes direcciones o se dirigen afuera hacia la base de las hojas. De la región vascular parten también

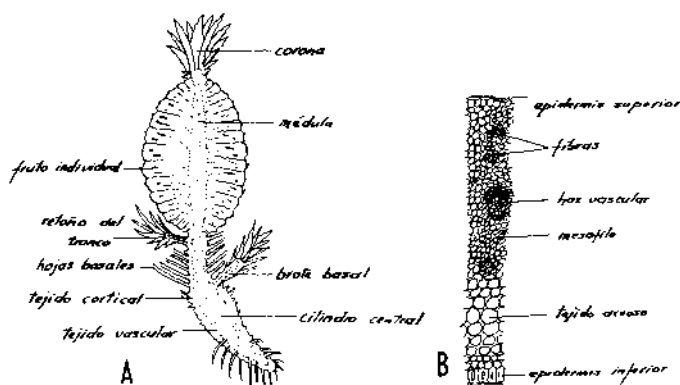


Fig. 11.1. *Ananas comosus*, piña. A, corte longitudinal de la planta. B, estructura de la hoja.

las raíces laterales que atraviesan los tejidos corticales y salen al exterior por entre las hojas.

El cilindro central es la médula del tallo; se compone de células de parénquima con abundante almidón y oxalato de calcio, y está recorrido por haces vasculares.

Raíces

En las piñas de propagación vegetativa todas las raíces son adventicias. Forman en la base del tronco un sistema corto y compacto, con numerosas raíces fuertes de ramificación escasa.

Las raíces que aparecen en la parte superior del tronco salen al exterior, se arrollan y aplanan en el tallo, y no alcanzan el suelo.

El corte transversal muestra que en una raíz adulta la epidermis está formada por 1 ó 2 capas de células de paredes gruesas y debajo de la cual hay una exodermis. Los tejidos corticales incluyen: una zona de esclerénquima con canales aéreos, y otra de parénquima en que hay grandes lagunas o espacios en que las células se disuelven y desaparecen; y por último de endodermis, cuyas paredes hacia el centro de la raíz son muy gruesas. El cilindro central consta de una capa de células externas o periciclo; de cordones de floema separados por áreas de parénquima; y de xilema, el cual está colocado frente al floema. El centro de la raíz lo ocupa un tejido duro, esclerenquimatoso, que le da solidez y resistencia.

Hojas

Las hojas de la piña forman una roseta que rodea completamente el tallo. Las inferiores miden apenas unos pocos centímetros; las centrales son más largas, alcanzan de 0,5 hasta 1 m. de longitud, y las apicales son más cortas. La base de la hoja es envolvente en el tallo, y se abre arriba en una lámina lanceolada, acanalada, que termina en un ápice

muy agudo. Los bordes están provistos de espinas o son inermes, según el cultivar.

La cara superior de la hoja es cóncava, lisa, verde oscura, o con áreas longitudinales rojizas; la inferior convexa, acanalada longitudinalmente y cubierta de escamas o tricomas.

La estructura de la hoja de la piña revela características muy interesantes en relación con la economía de agua en la planta (Fig. 11.1 B). La epidermis superior, formada por una sola capa de células alargadas en sentido transversal, está cubierta por una cutícula fuerte, que obstaculiza la pérdida de agua; con frecuencia las células epidérmicas están ocupadas por masas de sílice. La hipodermis se forma de varias capas de células, también de paredes gruesas. El tejido acumulador de agua está colocado debajo de la zona protectora formada por la epidermis y la hipodermis. Se compone de varias capas de células de paredes delgadas, que ocupan según la cantidad de agua, desde la mitad hasta un cuarto del grosor de la hoja. Este receptáculo se encuentra sólo al centro de la lámina, pues no se presenta hacia los bordes. Su función es almacenar agua por periodos indefinidos; cuando se presenta una sequía el tejido acuífero de la hoja suple la humedad necesaria, hasta que al agotarse, sus células desaparecen y la hoja entera se arruga. El mesófilo o centro de la hoja, está constituido por numerosas capas de parénquima con abundantes cloroplastos. Este tejido, que ocupa la mayor parte de la hoja, está atravesado por fibras, haces vasculares y canales de aereación. Las primeras son de diverso tamaño, y se hallan tanto cerca del tejido acuífero como hacia la parte inferior de la hoja. Son fuertes, suaves, blancas y resistentes, y la piña se ha explotado algunas veces por sus fibras comerciales. Los haces vasculares son de dos clases: unos pequeños, superiores, y otros más grandes, que alternan con los primeros. Están rodeados de bandas de esclerénquima, también fibrosas. Los canales aéreos se encuentran hacia la parte inferior del mesófilo, y se comunican con los estomas. En la parte

inferior de la hoja aparecen de nuevo hipodermis y epidermis. En la última, los estomas, colocados en filas longitudinales, ocupan las depresiones longitudinales o surcos, característicos de la cara inferior.

El lado inferior de la hoja está cubierto por escamas típicas de las Bromeliáceas, los tricomas. Estos cuerpos diminutos semejan un paraguas abierto, cuyo mango está incrustado en los surcos de la cara inferior de la hoja y cuya parte superior se abre en la superficie. Su forma y tamaño varían mucho, pues se componen de pocas o muchas células, vacías y muertas, y es fácil removerlos con sólo frotar la superficie. Los tricomas dan a la cara inferior el color blancuzco característico. Su función no es bien definida. Se ha supuesto que absorben agua y sustancias nutritivas; por otra parte se ha indicado que no ejercen tal función, sino que su papel es evitar la pérdida de agua y proteger a la hoja de los rayos del sol. En la cara superior se encuentran pocos tricomas.

El follaje de la piña, como en otras Bromeliáceas, forma un excelente sistema colector del agua de lluvia, polvo atmosférico, y abriga numerosos insectos y otros animales. Funciona como órgano de absorción, y a menudo en los cultivos comerciales se aplican abonos líquidos a las hojas. La función del follaje en la piña

no es tan importante en ese sentido como en las Bromeliáceas epífitas, en las cuales constituye el medio principal de absorción.

Inflorescencia

Las flores de la piña se fusionan entre sí y con el tallo central, en forma tan completa que es casi imposible distinguir donde termina una flor y comienza otra. En una inflorescencia corriente hay de 100 a 200 flores, arregladas en espiral; como sólo una o pocas flores se abren por día, el período de floración se extiende por un mes o más.

Flor

La flor individual de la piña está formada por verticilos de tres partes: 3 sépalos, 3 pétalos, dos grupos de 3 estambres, y un gineceo de 3 carpelos (Fig. 11.2 A B). Cada flor tiene una bráctea inferior, ancha y carnosa en la base, la que se fusiona con los tejidos de la flor y con el eje central de la inflorescencia; el ápice de la bráctea es agudo y duro, semejante al de las hojas en su aspecto externo (Fig. 11.2 C). Los sépalos son cortos, anchos, y de apariencia similar a la bráctea. Los pétalos en cambio son alargados, finos, con dos escamas en el lado interno, blancos en la base y morados en la parte superior.

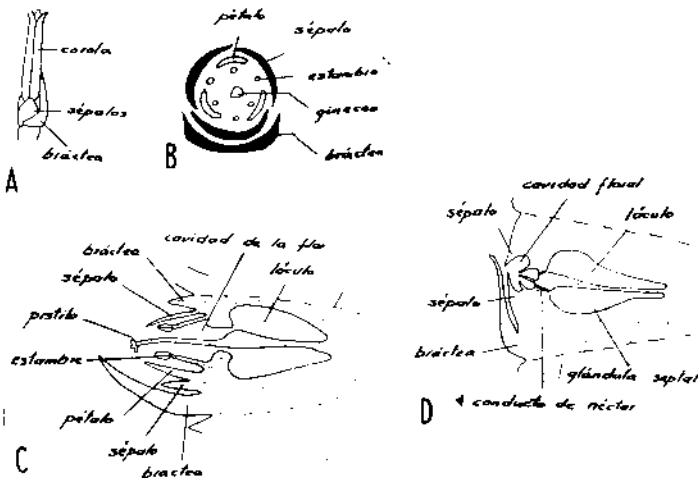


Fig. 11.2. *Ananas comosus*, piña. A, flor. B, diagrama floral. C, corte longitudinal de la flor. D, corte longitudinal del fruto individual.

Los 6 estambres, un poco más cortos que los pétalos, están colocados 3 frente a los sépalos y 3 frente a los pétalos. El estilo termina en 3 estigmas, cada uno con un canal independiente que lo comunica con las celdas del ovario. La parte superior de la flor forma una cavidad en forma de copa, cerrada arriba por los sépalos y pétalos (Fig. 11.2 E). En su parte inferior o basal hay 3 conductos o canales, que comunican cada uno con una celda del ovario; éstas son angostas arriba, en donde se hallan los óvulos, y se abren hacia el centro de la inflorescencia en cavidades grandes, que exudan miel, llamadas nectarios internos. La miel sale por los canales a la cavidad externa, y atrae a los insectos. En muchos cultivares no se forman semillas, aunque por polinización artificial se pueden obtener algunas. En otros normalmente se producen en número reducido.

Fruto

La fruta de la piña está constituida por la fusión de los tejidos de los frutos individuales y del eje de la inflorescencia. De cada flor se desarrolla un fruto individual, que aparece hacia el exterior en forma de un escudete poligonal, duro y prominente (Fig. 11.2 D). La mitad inferior del escudete está cubierta por el ápice de la bráctea, que se ha doblado hacia arriba, y la superior por los 3 sépalos; el color externo y la textura de brácteas y sépalos es muy similar. El centro del fruto individual es prominente, y debajo de él está la cavidad externa de la flor, representada por una cámara de paredes endurecidas, de cuya base salen los restos de los estambres y del pistilo como hilos negros y duros. Hacia el interior quedan las celdas del ovario, en cuya parte superior están los óvulos o semillas, y la inferior está ocupada por cavidades grandes de paredes brillantes, que formaban los nectarios. En algunos cultivares estas cavidades se reducen bastante, y sólo se distinguen como tres ranuras que irradian si-

métricamente de un punto central; en otros aparecen como cámaras vacías de considerable tamaño. Los tejidos internos, ricos en azúcar, corresponden en pequeña parte a las paredes del ovario, y en especial a la base de la bráctea y de los sépalos. Están unidos directamente al eje del fruto, del cual salen seis grupos de haces vasculares que conectan con las partes de la flor, y un grupo independiente que suple a la bráctea. El eje central aumenta de tamaño y contiene también azúcares, pero es más duro y fibroso que los frutos individuales.

Variación

El origen de los cultivares en piña puede atribuirse principalmente a las mutaciones somáticas. Como no hay autofecundación y la polinización cruzada sólo ocurre en forma ocasional, los híbridos naturales son muy escasos. Además las semillas germinan con dificultad.

No hay ningún estudio sobre la variabilidad general de la piña, ni se ha publicado una clasificación sistemática de sus cultivares. El desarrollo de la producción comercial para la exportación se basa en muy pocos cultivares, y sólo en América, en huertos pequeños, se conservan algunas de las variedades menos conocidas. Se ha dicho que su número total pasa de 100. En cultivo intenso se conocen de 6 a 8. La más común es 'Cayena', de hojas sin espinas, frutos más o menos cilíndricos y pulpa amarilla de exquisito sabor. Se la cultiva en Hawaii, Australia y Africa del Sur para la exportación. 'Singapore', de frutos cilíndricos y rojizos, se siembra comercialmente en Malasia. 'Queen' es un grupo de cultivares caracterizados por hojas espinudas y frutas amarillas; 'Española Roja', también de hojas con espinas y frutos cilíndricos; 'Cabezona', de frutos más anchos en la base, es la principal variedad en Puerto Rico; 'Montelirio', de Centro América, semejante a 'Cayena' en forma y color, pero menos dulce; 'Pernambuco' y otros cultivares nuevos, se plantan en Brasil, donde son nativos.

El mejoramiento de la piña es difícil y no se ha conseguido aún obtener ningún tipo nuevo de valor comercial. Se han logrado híbridos entre cultivares con otras especies del género, y, también algunos tetraploides. La escogencia de tipos superiores en el campo y su introducción y prueba es el método que ha dado mejores resultados. De esta manera se han aprovechado ciertas mutaciones: en un cultivar de hojas espinudas, por ejemplo, pue-

den aparecer plantas de hojas inermes o con espinas muy pequeñas, o localizadas sólo en el ápice de las hojas. Este carácter, de naturaleza recesiva, es de gran valor comercial y se ha presentado numerosas veces. En 'Cayena' al principio habían plantas con y sin espinas, pero se propagaron sólo las últimas y las piñas espinudas de ese tipo ya no se conocen en cultivo comercial.

REFERENCIAS

COLLINS, J. L. History, taxonomy and culture of the pineapple. *Economic Botany* 3:335-359. 1949.

———. The pineapple; botany, cultivation and utilization. London, Leonard Hill, 1960.

294 p.

KRAUSS, B. H. Anatomy of the vegetative organs of the pineapple, *Ananas comosus* (L.) Merr.

Botanical Gazette 110:159-217, 333-404, 551-587. 1948-1949.

OKIMOTO, M. C. Anatomy and histology of the pineapple inflorescence and fruit. *Botanical Gazette* 110:217-231, 1948.

PLATTS, P. K. Pineapple's ABC. Florida. Department of Agriculture. Bulletin no. 125. 1950. 78 p.

ESCITAMINEAS: MUSACEAS, ZINGIBERACEAS, CANNACEAS, MARANTACEAS

12

ESCITAMINEAS

Las familias de las Musáceas, Zingiberáceas, Cannáceas y Marantáceas forman un grupo natural, de características muy afines, que se ha llamado de las ESCITAMINEAS o ZINGIBERALES. Son predominantemente tropicales, herbáceas, aunque a veces alcanzan gran porte. Las flores, complicadas y vistosas, tienen un órgano, el labelo, más grande y de forma diferente que el resto de las partes florales.

Entre las Escitamíneas hay especies que se utilizan por sus frutos: bananos; fibras: abacá; principios aromáticos: jengibre, cardamomo; cormos comestibles: achira, o por su valor ornamental.

MUSACEAS

Familia estrictamente tropical; hierbas altas con bases foliares unidas, que forman unseudotallo. La lámina de la hoja es muy grande, con el nervio central muy desarrollado y los secundarios en posición pinnada. Inflorescencias grandes, con brácteas vistosas; flores irregulares, unisexuales; las pistiladas con ovarios de 3 celdas; las estaminadas con 6 estambres fértiles, uno de ellos a menudo convertido en estaminodio. El fruto es una baya o cápsula.

Los bananos y plátanos se utilizan por sus frutos carnosos, sin semillas; y el abacá, por las fibras delseudotallo.

BANANOS

Nomenclatura

La nomenclatura de las Musáceas de frutos comestibles es muy confusa, tanto en los nombres técnicos como en los comunes.

Los nombres corrientes en América Latina son en su mayoría importados de África vía España, y hay también algunos de origen local. Los tres principales, banana, plátano y guineo, son de origen africano; los dos primeros parcialmente coinci-

den con sus equivalentes en inglés y francés.

Banano se aplica por lo común a los cultivares cuya fruta se come fresca, como el 'Gros Michel', 'Cavendish', y otros tipos de exportación. Plátano a los que se comen generalmente cocinados o asados. Los frutos de los bananos son en corte transversal más o menos circulares y de pulpa suave; los de plátanos, angulosos y de pulpa dura. Esta nomenclatura no se usa en todos los países americanos. En México, por ejemplo, el término plátano se aplica al primer grupo. Para el propósito de este libro se utilizarán los términos "banano" y "plátano" en el sentido mencionado primero, en forma colectiva. Del punto de vista práctico se puede seguir hablando del "grupo de los bananos", pero estas definiciones no son de mayor exactitud.

Los nombres técnicos más usados hasta ahora son *Musa sapientum* para los bananos y *M. paradisiaca* para los plátanos, conforme a la definición del párrafo anterior. Los estudios modernos en genética de las *Musas* cultivadas como frutales, han mostrado que esos dos nombres no pueden continuar en uso, y deben reemplazarse por *Musa acuminata* y *M. balbisiana*, dentro de ciertas restricciones. Los plátanos y bananos son híbridos entre *M. acuminata* y *M. balbisiana*, y requieren una nomenclatura especial. Se designa con A el genomio o grupo de cromosomas, procedente de *M. acuminata*, y con B el de *M. balbisiana*. Hay cultivares diploides de la primera, como 'Sucrier', 'Bocadillo', 'Banano Ouro' o 'Lady Finger', que se designan entonces con la fórmula AA. Se conocen también muchos tipos silvestres de *M. acuminata*. En cambio de *M. balbisiana* no hay diploides cultivados, pero sí silvestres de la fórmula BB. Hay además híbridos diploides, o sea AB, como el 'Ney Poovan', que se cultiva en el Sur de India. La nomenclatura de triploides y tetraploides se discutirá más adelante.

Las reglas del nuevo código de nomenclatura de plantas cultivadas se pueden aplicar fácilmente en bananos, ya que la

mayoría de ellos son clones bien reconocibles. Si se usa esta nomenclatura y se aplica un nombre o sigla a los cultivares, no es necesario el uso de nombres científicos, ya sean los antiguos que carecen de significación genética o los modernos, cuyo uso es aún más complicado.

Sistemática

Las Musáceas cultivadas por sus frutos corresponden a dos secciones: EUMUSA y AUSTRALIMUSA, que pueden distinguirse por las brácteas de la inflorescencia: opacas y con el ápice doblado en la primera; lisas y rectas en la segunda; y por la posición de los racimos, pendientes en la primera, erectos en la segunda.

EUMUSA tiene 11 como número básico de cromosomas; AUSTRALIMUSA, 10. La mayoría de los clones cultivados pertenecen a la primera sección. La segunda incluye sólo un grupo importante, el fei, en que hay varios clones, que se cultivan principalmente en Polinesia.

Sección EUMUSA

Los estudios hechos en las últimas décadas, han comprobado que los EUMUSA cultivados son un grupo altamente complejo. Tanto bananos como plátanos incluyen clones en cultivo indistinguibles de las formas en semicultivo o silvestres.

Los EUMUSA cultivados son diploides, triploides y tetraploides. En América tropical se cultivan principalmente los segundos, pero en los trópicos de Asia y Malasia se siembran los tres. En los triploides se combinan la esterilidad con la partenocarpia, es decir los procesos que impiden la formación de semillas con los que determinan el crecimiento del fruto. Las características favorables del fruto, unidas a la facilidad de su propagación vegetativa, han hecho que bananos y plátanos se hayan expandido por todos los trópicos y tengan una aceptación universal.

Los cultivares más corrientes, triploides y estériles, son de origen híbrido; en su formación han participado las dos especies citadas, *Musa acuminata* y *M. balbisiana*.

De la primera se conocen además, como se indicó antes, diploides silvestres y en cultivo en Malasia; de la segunda no se conocen clones cultivados, pero ha formado con la anterior numerosos híbridos que se cultivan extensamente.

Hibridación

Las dos especies componentes de los bananos cultivados son nativas de los trópicos asiáticos. Se diferencian tanto por caracteres vegetativos como reproductivos (Fig. 12.1). El color externo del pseudotallo tiene manchas oscuras o negras en *M. acuminata*, y es uniforme, es decir sin manchas, en *M. balbisiana*. La inserción de la lámina es diferente: en *M. acuminata* la lámina se separa claramente de los bordes del peciolo; en *M. balbisiana* la lámina es decurrente.

En caracteres reproductivos se observa una diferencia fundamental: en *M. acuminata* hay dos filas regulares de óvulos en cada lóculo del ovario; en *M. balbisiana* hay cuatro. Las brácteas que rodean las flores son de forma lanceolada en *M. acuminata*, es decir, que se angostan progre-

sivamente hacia la base, mientras que en *M. balbisiana* son anchas y de ápice amplio. En la primera especie cuando la bráctea está madura, el ápice se arrolla, mientras que en la segunda permanece recto. En ambas especies las brácteas son caedizas; en *M. acuminata* las bases que quedan en el eje de la inflorescencia son prominentes, mientras que en *M. balbisiana* son menos notables. En *M. acuminata* las flores masculinas son de color crema uniforme; en *M. balbisiana* tienen áreas rosadas.

Poliploidia

El factor de variación más importante en bananos es la poliploidia. En *Musa* las plantas poliploides son más vigorosas y resistentes, de mayor productividad y más amplia adaptación. La poliploidia en bananos se puede presentar en varios niveles.

Hay primero triploides de *Musa acuminata* pura, o sea AAA; este es el grupo principal, porque contiene los clones comerciales más difundidos, como 'Gros Michel' y los 'Cavendish'. El grupo AAA se originó en Malasia y se extendió luego,

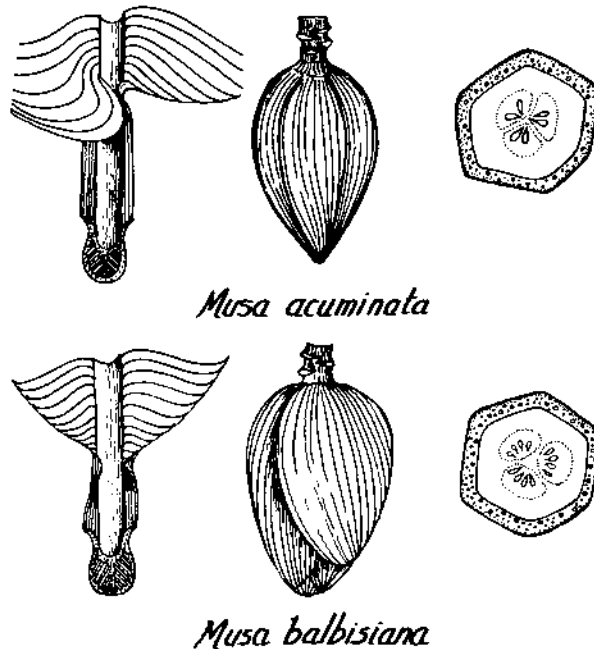


Fig. 12.1. Diferencias entre *Musa acuminata* y *M. balbisiana*.

por su alta calidad, a todas las regiones tropicales, en particular a las áreas húmedas y de suelos fértiles. Pertenece también a este grupo el banano 'Rojo', de baja calidad, cuyos frutos gruesos se comen con preferencia asados, y quizás un nuevo clon, 'Bodles Altafort', obtenido por el cruce entre 'Pisang Lilang' y 'Gros Michel'.

El segundo grupo incluye los triploides híbridos de las fórmulas AAB o ABB. En el primer grupo, AAB, están los plátanos, entre los cuales se distinguen dos tipos; primero, los clones con racimos de frutos numerosos y de tamaño mediano, como el 'Maqueño', y segundo, los de racimos formados por frutas grandes y escasas, como el 'Liberal', 'Curaré' y otros. En este grupo hay que incluir también el plátano de seda, 'Pome', 'Maoli', que se cultivan esporádicamente. En el grupo AAB se conocen el clon 'Cachaco', 'Cuatrofilos', y otros plátanos menos comunes en América. Estos dos grupos de clones parecen ser originarios de India, pero han tenido dos centros de diversificación, en Africa y Filipinas respectivamente. En América tropical los clones de los grupos AAB y ABB son de importancia especial, pues los plátanos constituyen un elemento corriente en la alimentación. Al contrario de los bananos del grupo AAA, los plátanos crecen bien en zonas secas, con estaciones alternas. Tienen muchos usos menores, entre los que se puede señalar su empleo como forrajeras y como plantas de sombra en cafetales y cacaoales. La formación de especies triploides en *Musa* puede explicarse si se asume que el gameto femenino aporta el número diploide de cromosomas, según se ha podido observar en cruces hechos artificialmente.

El tercer grupo incluye los tetraploides, que pueden ser de cuatro fórmulas AAAA, de los cuales se conoce un clon, 'IC.2' o 'Golden Beauty', que es el único banano comercial hecho por el hombre, desarrollado en Trinidad y cultivado en pequeña escala en Centro América. De la fórmula ABBB sólo hay un clon, 'Tiparot', notable por su robustez, pero de frutos de calidad

inferior. Las AAAB, AABB, y BBBB son desconocidas en cultivo.

Esterilidad

La esterilidad, o sea la carencia de semillas, es un carácter comercial de primaria importancia en los frutales. Las semillas son muy raras en los bananos cultivados, sin embargo de vez en cuando se presentan aún en el 'Gros Michel'. La esterilidad puede deberse al funcionamiento anormal de los gametos al unirse en la fecundación o al mal acoplamiento de dos genomios diferentes. Puede ser debida a que en un clon los granos de polen sean de fertilidad muy baja, pues se ha observado que en los cruzamientos artificiales cuando se aplica polen en grandes cantidades, se obtienen con frecuencia frutos con semilla. También se ha observado que en cruces entre un triploide estéril, como 'Gros Michel', con un diploide fértil pero de óvulos estériles, las progenies son estériles y tetraploides.

La esterilidad es un carácter independiente de la poliploidia, pues hay bananos diploides estériles, aunque es prevalente en los triploides. También es independiente de la partenocarpia, pero ambas actúan juntas para formar frutos más rellenos.

Partenocarpia

La partenocarpia determina en los bananos el crecimiento de los tejidos centrales del fruto, independientemente de la fertilización. En realidad entre los cultivares partenocárpicos el desarrollo de esos tejidos se inicia antes de que el ovario sea fertilizado. Para demostrar la partenocarpia se pueden cubrir en un banano las flores pistiladas de modo que no reciban polen; esto sin embargo no afecta la formación y maduración del fruto.

A pesar de que la esterilidad o carencia de semillas es un proceso independiente de la partenocarpia, las dos actúan juntas para dar la forma definitiva del fruto. Así

en un cultivar en que hay clones fértiles y clones estériles, el desarrollo del fruto es muy diferente. En 'Gros Michel' los frutos con semillas son de menor tamaño que los sin semillas.

Origen y evolución

Se ha aclarado definitivamente que el área de origen de los bananos de la sección EUMUSA es la región indomalaya. En ella se encuentran aún muchos tipos silvestres, y debido a las condiciones primitivas del cultivo se conservan numerosas variantes. En el centro de esa región son predominantes los tipos de *M. acuminata*, que parecen crecer mejor en áreas de alta humedad. En cambio hacia la periferia, en India, son más comunes los híbridos triploides con *M. balbisiana*, que se adaptan mejor a zonas secas. Se ha considerado a India y Filipinas como sub-centros activos de domesticación.

En la evolución de los bananos cultivados, los tres factores, poliploidia, esterilidad y partenocarpia, han marchado juntos. Hay que agregar a ellos la selección por el hombre, y un quinto factor, la propagación vegetativa. Es posible que el más importante haya sido la esterilidad, que pudo presentarse como una mutación en diploides, y llevó a la formación de un fruto sin semillas, de gran valor económico. A este primer paso debió sumarse después la partenocarpia, que indujo la formación de tejido carnoso en los espacios ocupados por óvulos y placentas. Por último la poliploidia pudo determinar el mayor tamaño del fruto, pues las células son más grandes que en los diploides. La selección por el hombre debió ser un factor casual. El área en que se originaron los bananos, en especial Malaya y las grandes islas de Malasia, es uno de los centros en que el hombre ha aprovechado más las plantas silvestres, sin haber llegado a desarrollar una gran cultura agrícola. Es posible entonces que la selección hecha por el hombre primitivo se redujera a propagar clones superiores por su tamaño

y sabor. La propagación vegetativa, unida a la interacción de esterilidad-poliploidia-partenocarpia, sólo deja una fuente de variación: las mutaciones somáticas. Estas son el origen de muchos de los tipos de bananos y plátanos, varios de los cuales son de naturaleza quimérica. Tipos enanos, por ejemplo, han aparecido en clones diferentes. También se han registrado cambios de color: de un clon de banano rojo en India brotó una yema que se desarrolló en una planta de racimos verdes. Se conocen otras mutaciones que afectan la forma y tamaño del fruto y otros caracteres. Muchas de estas mutaciones se mantienen en los jardines o huertos de los agricultores neolíticos en Malasia y Polinesia; si las mismas aparecieran en las grandes plantaciones comerciales probablemente serían eliminadas. Algunas mutaciones son de gran importancia económica: la resistencia a la enfermedad de Panamá, por ejemplo, que se presenta en el grupo de clones 'Cavendish' puede atribuirse a una mutación.

Dispersión a África y a América

En África Oriental los bananos y plátanos tienen una gran importancia, y han creado una agricultura nativa casi dominada por ellos. El origen de los clones africanos debe buscarse en la región indomalaya, de donde pudieron llegar a África Oriental por 1 ó 2 vías: India-Golfo Pérsico-Arabia-Africa Oriental, o Indonesia-Madagascar-Africa Oriental.

Los bananos se extendieron luego por el resto de África y es posible que los tipos introducidos a Canarias y traídos después a América, vinieran de Guinea, en África Occidental. A América fueron introducidos después de la conquista: Fray Tomás de Berlanga trajo las primeras cepas a Santo Domingo hacia 1516. Su aceptación por los indígenas fue inmediata y llevó a una dispersión tan rápida que su cultivo iba adelante de los conquistadores. Eso dio base a la creencia de que los bananos eran oriundos de América. A propósito puede indicarse que restos fósiles, se-

millas y frutas, son conocidas de Colombia y otros países. Aunque esto sea prueba irrefutable de que estas plantas crecieron en América en épocas geológicas pasadas, no prueba que los bananos actuales sean de origen americano.

El cultivo del banano en los trópicos de América para la exportación a Estados Unidos y a Europa, ha sido mucho más intenso e importante que la producción en su área de origen. Es en América tropical también donde se ha avanzado más en el conocimiento de la genética y la fisiología del banano, así como en su producción comercial.

Morfología general

Las Musas son hierbas gigantes (Fig. 12.2). De los tallos subterráneos, brotanseudotallos aéreos, formados por las bases envolventes de las hojas, por cuyo centro crecen los ejes florales. El tallo subterráneo se compone de cormos o rizomas cor-

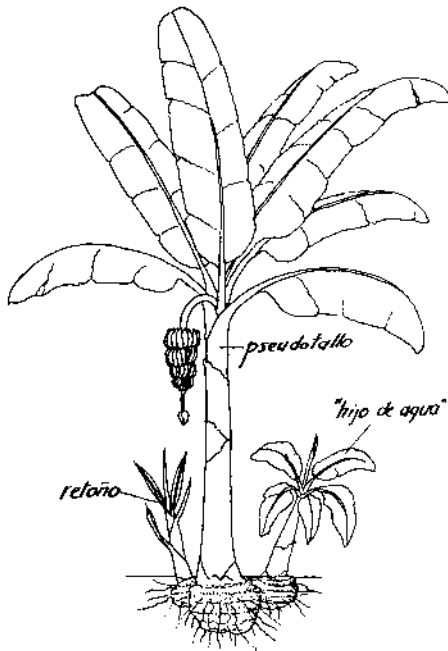


Fig 12.2. Planta de banano, con dos tipos de brotes basales.

tos, de crecimiento apical. El primer cormo desarrolla unseudotallo aéreo y un eje floral, y subterráneamente una o más yemas, que a su vez se desarrollan en cormos. La planta crece así en sentido longitudinal o radial, de modo que en torno al primerseudotallo, hay varios menores, chupones, hijos o brotes, de diversas formas y edades. Uno o más de ellos producirán flores cuando el primer tallo se seque y desintegre: otros se mantendrán sin desarrollarse, son los "hijos de agua", que se eliminan en el cultivo. Estos chupones se diferencian por el follaje; los que producen frutos llevan hojas angostas al principio, de láminas muy reducidas y luego hojas normales y racimos florales; los segundos sólo tienen hojas cortas y no llegan a florecer. Las *Musa* son así macollas más o menos compactas, conseudotallos de diferentes edades, y la planta puede alcanzar un gran volumen. El cormo original y sus brotes se secan y desaparecen y nuevos brotes se extienden en todas direcciones. Sin embargo, conforme avanza la formación de nuevas yemas yseudotallos, éstos se vuelven más superficiales, hasta producirse arriba del nivel del suelo. En este estado su soporte es pobre, y caen una vez que alcanzan cierto tamaño. En el cultivo estas condiciones no se presentan pues sólo se dejan unas pocas yemas laterales o brotes, y tan pronto el sostén radical y los cormos no logran mantener un crecimiento vigoroso del follaje y del racimo, la macolla se elimina y se reemplaza por otra nueva.

Cormo

El tallo subterráneo del banano se ha llamado tubérculo, bulbo, rizoma o cormo; el último término es el más apropiado (Fig. 12.3). Es una estructura cónica o asimétrica, con el eje central curvo y doblado hacia arriba, formado por muchos entrenudos cortos, marcados por la base o cicatriz de las hojas y escamas que lo atraviesan en gran parte de su anchura. De los nudos brotan raíces, en grupos de

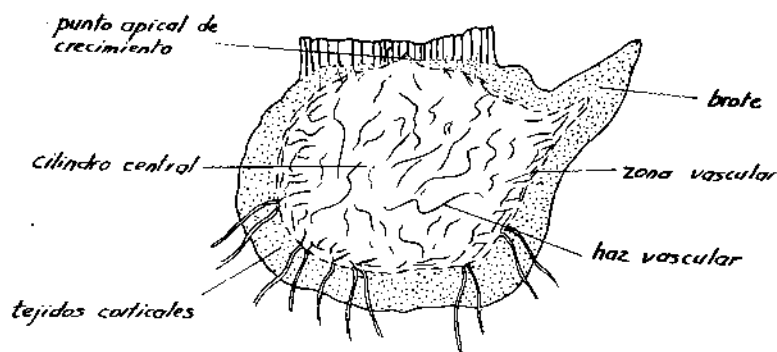


Fig. 12.3. Corte longitudinal del cormo del banano.

3 ó 4. En la parte apical del cormo aparecen las hojas, que forman al principio un cono sólido. Nacen de una zona meristemática, la única activa en el tallo, situada en la parte superior, en la que se desarrollan muchas hojas y el escapo floral. Esa zona mide unos 3 cm. a cada lado del punto apical del cormo.

Las yemas que salen del cormo original destinadas a extender la planta, brotan siguiendo una espiral que se cierra ligeramente hacia arriba. Salen opuestas a una hoja, y en los cormos jóvenes la primera tiende a aparecer hacia la base mientras que en los adultos brotan de la parte superior.

La superficie del cormo está cubierta en estado joven, por la epidermis, que es reemplazada conforme se desarrolla la planta por capas corchosas corticales.

El cormo se compone de una región cortical, más clara, y de un cilindro central, oscuro y compacto. La separación de estas dos partes se ve fácilmente al hacer un corte transversal o longitudinal, pues está marcada por una banda más clara, formada por haces vasculares dirigidos en sentido longitudinal. La región cortical es angosta y está recorrida por haces que se dirigen en forma irregular hacia las hojas o al cilindro central, o directamente a las raíces. Tanto en el cilindro central como en la región cortical el tejido básico es parénquima, rico en almidón. Son abundantes también las células cargadas de taninos, que al cortar el cormo se oxidan y le dan un color oscuro y violáceo. Hay también muchos canales de mucílago, que se pre-

sentan también en todas las otras partes de la planta.

Los haces vasculares recorren el cormo en forma muy irregular. A menudo un haz que parte de una raíz atraviesa el cilindro central y se devuelve hasta conectar con los haces de una hoja del mismo lado de donde partió. Otras veces atraviesa el cormo y se conecta a una hoja del lado opuesto. Los haces en el cilindro central se dirigen en dos direcciones: en la parte externa son más o menos horizontales; al centro en cambio siguen una dirección longitudinal.

Raíces

En un cormo bien desarrollado la mayoría de las raíces salen de la parte superior, debajo de la inserción de las hojas, y disminuyen en número hacia la parte inferior. Las raíces superiores se extienden en sentido horizontal hasta 5 m. de la planta; las inferiores pueden penetrar hasta 1½ m. de profundidad. Las raíces principales se ramifican en secundarias y éstas llevan en los extremos los pelos absorbentes. La zona principal de raíces absorbentes se localiza en el suelo, de 10 a 15 cm. de profundidad, en un radio de unos 25 cm. o más del seudotallo.

Las raíces se originan en grupos de 4 del cilindro central; miden de 4 a 8 mm. de diámetro, son blancas y cilíndricas en sus primeros etapas, con epidermis bien cutinizada. Al avanzar en edad la epidermis es reemplazada por tejidos suberiza-

dos más profundos, la exodermis. La región cortical se forma de dos zonas, una externa de parénquima radial, que limita con la endodermis. En el cilindro central aparecen numerosos vasos grandes de xilema, y grupos más reducidos de células de floema, rodeados de un tejido uniforme de colénquima. Este último da una estructura fuerte, casi leñosa, al centro de la raíz.

Seudotallo

Elseudotallo es la parte aérea de la planta, formado por las vainas envolventes de las hojas. El verdadero tallo aéreo, que se eleva del cormo, lleva numerosas hojas y termina en la inflorescencia. Ocupa una porción menor del volumen delseudotallo y depende de éste para su soporte.

En corte transversal elseudotallo muestra la disposición intrincada de las vainas foliares (Fig. 12.4), que aparecen como medias lunas compactas, con sus bordes finos ajustados firmemente a las vainas vecinas. Las hojas más nuevas son las internas, que deben abrirse paso para salir y extender las láminas, y se presentan como rollos apretados en el centro delseudotallo.

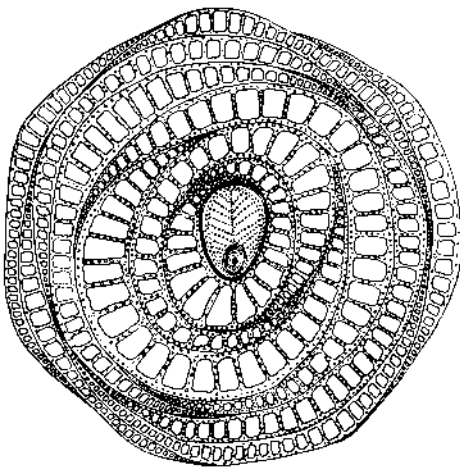


Fig. 12.4. Corte transversal delseudotallo en que muestra el arreglo de las vainas y la hoja central.

La forma y tamaño delseudotallo varía según el cultivar: es ligeramente cónico, casi cilíndrico y alcanza hasta 5 m. de altura en 'Gros Michel'; corto, grueso y marcadamente cónico en 'Cavendish enano'.

Tallo floral

Unos 8 a 12 meses después de la siembra, según el cultivar, aparece externamente la inflorescencia al final del tallo floral. Este órgano se forma en el ápice del cormo, cuando éste ha producido ya una veintena de hojas adultas. Se abre paso por el centro delseudotallo, y al crecer hacia arriba desarrolla un escapo floral cilíndrico, grueso, de 5 a 9 cm. de diámetro, blanco, con nudos de los que salen unas 15 hojas. Este follaje se mantiene activo durante el crecimiento del racimo, cuando ya las primeras hojas se han secado. Los entrenudos del escapo floral son más cortos hacia la base y llegan a alcanzar hasta 1,20 m. en la parte superior, inmediata al racimo.

La estructura del eje floral es simple. La epidermis es lisa y blanca donde está envuelta por elseudotallo, cubierta de pelos finos y verde en la parte externa. Los tejidos corticales son muy angostos. El cilindro central ocupa el mayor espacio y está formado de parénquima rico en almidón, recorrido por canales de látex. A menudo hay lagunas en la sección central. Los haces vasculares son finos y están distribuidos por todo el tallo; carecen de las fibras fuertes que los acompañan en las hojas, y por eso el escapo floral es incapaz por sí de mantenerse erecto. Tan pronto cesa de tener el sostén delseudotallo se inclina hacia abajo por el peso de la inflorescencia.

Hojas

Las hojas del banano se forman de 4 partes: vaina, peciolo, lámina y apéndice

(Fig. 12.5 A). El desarrollo de estas partes varía según la edad, orden de aparición de la hoja y ciclo de vida de la planta. En las primeras hojas, como puede observarse en los brotes o hijos, la vaina es la parte más extensa; el peciolo es reducido y la lámina una superficie angosta a ambos lados del nervio central, que termina en un apéndice largo y bien desarrollado. Una hoja desarrollada en la planta adulta, en cambio, tiene la vaina larga y envolvente, que forma parte delseudotallo; el peciolo es largo y semicilíndrico; la lámina puede alcanzar hasta 4 m. de largo por 0,5 m. de ancho, y el apéndice es una prolongación filiforme, de poca área, que cae poco después de abrirse la hoja. El cambio en forma de las hojas puede observarse en el mismoseudotallo y responde al ciclo de vida de la planta; como en las primeras etapas de la planta depende de las reservas del cor-mo y de la absorción por las raíces, las áreas foliares son de poca extensión. Más adelante necesita para la formación de

flores y frutos de una gran superficie fotosintética.

La vaina es la parte inferior y envolvente de la hoja. Es más ancha hacia la base, y se angosta progresivamente hacia arriba, donde termina en el peciolo. En corte transversal aparece en forma de media luna, de 10 a 20 mm. de ancho en el centro, adelgazándose hacia los lados. Se forma de dos paredes: la externa, convexa, más gruesa, de parénquima, en la que se hallan hacia el exterior 1 ó 2 hileras de fibras que forman el soporte de la vaina. También hay numerosos canales de mucílago. La pared interna es más delgada, constituida de parénquima y fibras aisladas. Entre ambas, ocupando el espacio mayor, se hallan cámaras de aire, formadas por tabiques radiales, que van de la pared interna a la externa y forman así largos canales longitudinales. Estos están interrumpidos por tabiques horizontales más delgados, que dividen a los canales longitudinales en cámaras en forma de prismas rectangulares. En los tabiques radiales se encuentran los haces vasculares. Se forman de xilema, colocado hacia la cara interior de la vaina, compuesto por numerosas traqueidas y 1 ó 2 vasos de gran tamaño, que a veces alcanzan hasta de 1 cm. de largo. El floema contiene numerosos vasos y como el xilema, está rodeado por un borde de colénquima. Ambas caras de la vaina están cubiertas por epidermis fuertes y brillantes; en la externa hay numerosos estomas.

El peciolo es acanalado, y en corte transversal mantiene la forma de media luna característica de la lámina, aunque es proporcionalmente más grueso. Los tejidos externos se forman de la epidermis, dura y recubierta de cera, debajo de la cual está la hipodermis, constituida por una capa de células alargadas en sentido radial y de otras capas de células isodiamétricas. En esta zona hay haces vasculares en abundancia, delgados y con cordones de fibras, que constituyen el tejido de soporte. Los tabiques que atraviesan el peciolo no van de una cara a la otra como en la vaina, sino que están in-

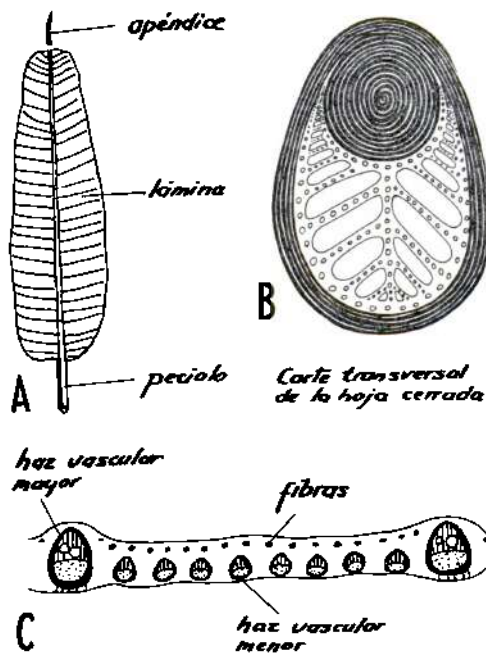


Fig. 12.5. Hojas de banano. A, partes principales. B, corte transversal de la hoja cerrada. C, corte transversal de la lámina.

terrumpidos por una pared mediana. La cara interna está formada por hipodermis con unos pocos haces vasculares y epidermis de superficie lisa.

La lámina de la hoja del banano es una de las superficies fotosintéticas más grandes que se conocen. Puede llegar a medir hasta 5 m. de largo por 1 m. de ancho. Su forma general es ovadooblonga, con el ápice obtuso, y un lado ligeramente mayor que el otro. Esta irregularidad, muy notable en 'Cavendish', se debe a la forma en que se arrolla la hoja antes de abrirse. La mitad derecha de la hoja, vista de frente, se arrolla sobre sí misma y se acomoda en la concavidad del nervio central (Fig. 12.5 B). La parte izquierda se arrolla sobre la derecha y sobre el nervio, formando en conjunto un cilindro compacto. Por este arreglo la mitad izquierda se extiende más abajo en el pecíolo y su área es ligeramente mayor que la derecha. La última hoja, que se desarrolla inmediatamente al racimo, es de forma diferente de las anteriores; es más ancha y cubre a la inflorescencia de la lluvia y el sol.

El nervio central es la continuación del pecíolo y no presenta cambios especiales en su estructura. En la parte inferior es semicircular, plano en la superior. En el lado superior de la lámina tiene a ambos lados un borde pulvinar, formado de parénquima, cuya función es permitir que la lámina se doble hacia abajo, en horas de calor y tome una posición horizontal durante la noche o en tiempo oscuro. Esta estructura reduce las pérdidas de agua por transpiración, pues los estomas, situados principalmente en la cara inferior, quedan así protegidos de la luz directa. Del nervio central parten en ángulo muy obtuso, los nervios laterales. Estos forman en la base una curva ascendente, luego van rectos en el centro de la lámina y a cierta distancia del borde doblan hacia arriba. La disposición de los nervios laterales respecto al central determina que la lámina, aún joven, se divida en bandas transversales, disminuyendo así la presión del viento contra la hoja entera. Esta división en segmentos funciona en forma similar

a las hojas pinnadas de las palmeras.

La estructura interna de la lámina muestra (Fig. 12.5 C) la epidermis superior cubierta en un lado externo por paredes muy gruesas, con enclaves profundos de cutina. Luego viene un tejido acuoso, formado por lo general de 2 ó más filas de células. El mesofilo está constituido por parénquima rico en cloroplastos interrumpido por los nervios laterales, haces vasculares y cámaras de aire. En el lado inferior el tejido acuoso se compone de una sola capa de células. La epidermis inferior tiene muchos estomas, y en las hojas jóvenes está cubierta de una capa de cera en forma de diminutos bastoncitos, que en las hojas maduras disminuye y forma masas irregulares.

El ápice es una prolongación del nervio central de la lámina. Este órgano le permite a la hoja nueva abrirse paso por el seudotallo, pues es cónico y de punta muy delgada. Una vez que la lámina está fuera, se marchita y cae rápidamente.

Inflorescencia

El eje de la inflorescencia es la continuación del escapo floral. En él las hojas están reemplazadas por brácteas; las 3 a 4 primeras, más grandes, no recubren ninguna flor. Las siguientes salen de la parte superior de los cojines florales y son caedizas; al extremo de la inflorescencia forman una masa compacta y permanente, la bellota. Las brácteas son hojas transformadas; en algunos casos anormales, aparecen en su ápice prolongaciones semejantes en color y estructura a las láminas foliares.

El eje de la inflorescencia es cilíndrico en la parte superior y aristado en el resto. Las manos, cojines o glomérulos florales aparecen en la mayoría de los cultivares en grupos aislados, o en una espiral continua a manera de un tornillo en algunos plátanos africanos. El ángulo de divergencia de una mano a otra varía de 125 a 130 grados, y disminuye hacia el ápice del racimo.

Cada grupo de flores o mano subtenidas por una bráctea, se forma de 2 filas de flores o dedos, 4 a 8 por fila, colocados en posición alterna los de una fila con la siguiente. Los dedos o flores están al principio adheridos al eje de la inflorescencia; luego se abren, se separan y crecen en ángulos divergentes.

Las flores son de 3 clases: pistiladas, en las manos superiores; neutras, en varios cojines centrales, y estaminadas en la parte terminal del racimo. Este orden no es absoluto. Puede decirse mejor que la tendencia de la sexualidad en *Musa* es a la intensificación de los elementos femeninos en la base del racimo y su disminución hacia el ápice.

Flores

El perianto se forma de 2 tépalos. El mayor está compuesto de 5 piezas soldadas, alternas, 3 grandes y 2 pequeñas; es envolvente, largo, entero o dividido al ápice en 5 partes, fuerte y grueso, amarillento o rojizo hacia el extremo según el cultivar. El tépalo menor, opuesto y envuelto por el primero, es mucho más corto y ancho, delgado y casi transparente (Fig. 12.6 C).

El ovario es un cuerpo alargado, angosto en la base, por lo común curvo, con 3 lados en los dedos externos de las manos,

y 5 en los centrales. El ápice es plano, ancho, y en él se insertan el perianto, pistilo y estambres; en esta parte hay néctar en abundancia que fluye de la base de la corola y atrae muchos insectos. El ovario es trilobular, con óvulos en 2 filas longitudinales en los bananos, como 'Gros Michel', con 4 en los plátanos como 'Maqueño'.

En las flores pistiladas hay unos pocos estambres reducidos, de anteras no funcionales. El pistilo en cambio está bien desarrollado y termina en un estigma globoso, ancho, dividido en 5 a 10 lobos.

Después de las flores pistiladas que ocupan las manos superiores del racimo y que forman frutos hay, por lo común, una zona de flores neutras o hermafroditas. En éstas el ovario es corto y no se desarrolla y con frecuencia los estambres son funcionales. En otros casos se pasa directamente de la banda de flores pistiladas a la de estaminadas.

Las flores estaminadas (Fig. 12.6 A), tienen de 5 a 6 estambres, a veces 5 estambres y 1 estaminodio, y 1 pistilo no funcional.

Fruto

El fruto se desarrolla de los ovarios de las flores pistiladas por el aumento en volumen de las paredes de las 3 celdas del ovario, en particular las opuestas al eje central, que rellenan por completo la cavidad de los lóculos. Los óvulos abortan y se ennegrecen y al mismo tiempo los tejidos del pericarpio se engruesan. La actividad de los canales de látex disminuye poco a poco, cesando por completo en el fruto maduro (Fig. 12.6 D).

Hay también cambios notables en la posición del fruto. En los 'Gros Michel', por ejemplo, los ovarios de las flores pistiladas están originalmente dirigidos hacia abajo; luego se colocan hacia afuera, en posición horizontal, y finalmente los frutos maduros crecen hacia arriba. En ciertos plátanos, la posición final es más o menos horizontal, y los dedos crecen torcidos.

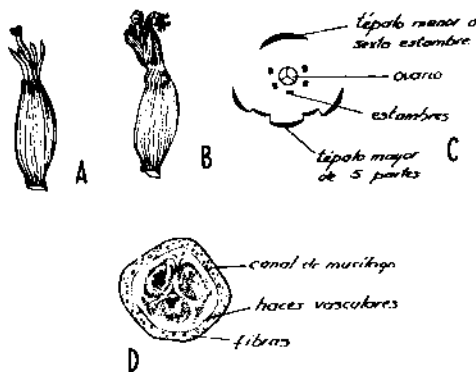


Fig. 12.6. *Musa* spp. A, flor estaminada. B, flor pistilada. C, diagrama floral. D, corte transversal del fruto.

La forma del fruto varía según el cultivar. El color es una característica clonal; predomina el amarillo, aunque hay tipos de frutos rojo bronceados o listados de amarillo y verde. En el fruto maduro se separan con mayor o menor facilidad, según el cultivar, los tejidos externos o pericarpio, de los tabiques engrosados del ovario. Es característico de algunos cultivares que la cáscara reviente en la madurez dejando ver la pulpa.

La cáscara o pericarpio del banano se compone del epicarpio, representado por la epidermis, de células con paredes externas duras y brillantes. En el mesocarpio se distingue la zona externa, coloreada, con fibras y haces vasculares. La más interna, de parénquima incoloro y más suelto, está rellena como la anterior de almidón y en ella hay abundantes células con taninos. En el corte transversal aparecen muchos haces vasculares, como puntos de color más claro sobre el fondo blanco del parénquima. El endocarpio está representado por células de paredes delgadas, radiales, que en la madurez permiten separar la cáscara de la parte central de la fruta.

La parte comestible que resulta del engrosamiento de las paredes del ovario, es una masa de parénquima cargada de azúcar y almidón. En la madurez no hay células activas de taninos, ni tejidos fibrosos. Al centro se advierten las placentas y óvulos ennegrecidos y suaves. Los 3 lóculos que forman el ovario se pueden separar longitudinalmente por sus planos de unión. Detrás de cada lóculo e inmediato a la cáscara, se encuentra un surco fino longitudinal, que corresponde a cada uno de los 3 haces vasculares principales.

El fruto maduro contiene de 12 a 16 por ciento de azúcares; en almidón varía del 10 a 18 por ciento en los plátanos y alrededor del 6 por ciento en los bananos. Es bajo en proteínas, pues no contiene más del 2 por ciento, en cambio es rico en vitaminas y minerales.

Cultivares

No existe una lista definitiva de los cultivares de bananos y plátanos. Entre

los primeros se han hecho estudios detallados de los que se cultivan para la exportación. Los plátanos constituyen un grupo menos conocido, aunque en América Latina y África tropical son de la mayor importancia en la alimentación local.

'Gros Michel' o 'Roatan' es un clon originario de Malasia, cuyo cultivo se extendió por los trópicos americanos, y es aún el banano de mayor producción. Los frutos son grandes, mamelonados en el ápice. Por el tamaño del racimo y del fruto, y sus características de sabor y textura, se le ha reconocido como el tipo por excelencia de bananos para comer como fruta. Debido a su alta susceptibilidad a la enfermedad de Panamá, su cultivo disminuye rápidamente.

'Cavendish Gigante' y 'Valery' son los bananos comerciales que están reemplazando al 'Gros Michel', por su tolerancia a la enfermedad de Panamá. Sus frutos son grandes, de ápice más redondo que en el anterior y de calidad comparable. El 'Cavendish Gigante' se llama así no porque su tamaño sea extraordinario, sino por comparación con el 'Cavendish Enano' que es más conocido; el primero se produce actualmente en Centro América, Brasil, Colombia y Ecuador.

'Congo' y un clon comercial llamado impropriamente 'Lacatan' en Centro América, pertenecen también al grupo 'Cavendish'. Estos y 'Gros Michel' son triploides, originarios de *Musa acuminata* (AAA). Los 'Guineos', 'Tafetán' y otros, forman un grupo de clones que posiblemente pertenezcan también al grupo AAA. Se utilizan por sus frutos cortos, amarillos muy inferiores al 'Gros Michel', y se consumen verdes y cocinados o frescos en la madurez. Se utilizan corrientemente en la fabricación de vinagre y en la alimentación de cerdos.

'Golden Beauty' y 'Bodles Altafort' son dos tipos obtenidos por cruces artificiales, que se cultivan actualmente en las Antillas y Centro América.

Otros bananos de comer como fruta fresca son 'Mysore', de India, de frutos grandes y de sabor ácido y agradable.

Es inmune a la enfermedad de Panamá y de alta resistencia a enfermedades foliares. 'Manzano' o 'Silk' de frutos pequeños, con cáscara que se abre fácilmente, de sabor agrídulce. 'Pome' y 'Maoli' llamado en América tropical 'Pampo' son de menor importancia.

Los plátanos se originaron de cruces entre *M. acuminata* y *M. balbisiana*, cuyas fórmulas son AAB o ABB. En el primer grupo AAB, se distinguen los que tienen racimos con un buen número de

frutos pequeños, como 'Dominico', 'Negrito', 'Truncho', 'Maqueño', y los que tienen racimos con pocos frutos muy grandes: 'Liberal', 'Curaré', 'Hartón'. En el 'Liberal' se presenta una mutación enana, de tallo corto y frutos normales, el 'Plátano Enano'. En el grupo ABB está el clon 'Bluggoe', que recibe en América tropical diferentes nombres: 'Mafalo', 'Cuatrofilos', 'Chamaluco', 'Cachaco', de frutos medianos que se comen cocinados, verdes o maduros.

ABACA, *Musa textilis*

Las fibras que se obtienen de las vainas del seudotallo del abacá son las más fuertes de las fibras vegetales. Por su resistencia al agua de mar se emplean de preferencia para cables de embarcaciones, redes de pesca y cordelería marítima en general. Entre sus usos secundarios está la elaboración de papel, tabiques de casas, y fabricación de rayón.

El consumo de fibra de abacá es reducido; la competencia de fibras sintéticas la ha desplazado en varios usos. La producción ha disminuído aún en Filipinas, que es el área más importante. Durante la segunda guerra mundial se produjo comercialmente en Centro y Sur América, pero esas grandes plantaciones fueron abandonadas en los últimos años.

Origen

El abacá y otras especies de la sección *Australimusa*, caracterizadas por tener 10 como número básico de cromosomas, se hallan en estado nativo en Filipinas y otras grandes islas de Malasia. Su domesticación parece ser muy antigua.

Crece naturalmente en zonas de humedad abundante y permanente, de altas temperaturas y buena luminosidad. Prefiere suelos fértiles y bien drenados, en áreas protegidas de los vientos.

Morfología general

A semejanza del banano, el abacá forma macollas, de 4 a 20 seudotallos, que duran de 12 a 20 años en producción. En las plantaciones comerciales, sin embargo, se replantan cada 10 años.

El follaje más erecto diferencia al abacá de los bananos. Las hojas, de 1,5 a 2 m. de largo y 40 a 50 cm. de ancho, son desiguales en la base, pues un lado termina en un punto más alto que el otro. Al lado derecho, viendo la hoja de frente y verticalmente, hay una línea bien marcada, paralela al nervio central, que es característica de esta especie (Fig. 12.7 A).

El seudotallo maduro mide de 2 a 5 m. de longitud, y está formado por 12 a 24 vainas envolventes. Las 6 a 8 primeras salen directamente del cormo, son las más cortas pero tienen mayor cantidad de fibras y éstas son las más resistentes. Luego hacia el centro, hay 4 ó 5 vainas, tan largas como el seudotallo y de fibras intermedias. El centro del seudotallo lo forman unas 8 vainas, que son las que producen las fibras más largas y blancas pero de menor resistencia.

Los primeros seudotallos se cortan después del segundo año, pero es hasta los 4 ó 5 años después de la siembra, según las condiciones de ambiente, que se obtiene un número de tallos de buena calidad de fibra que justifique la explota-

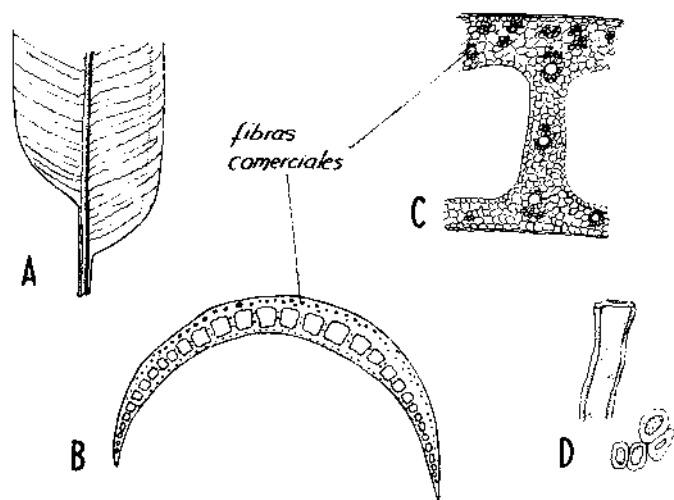


Fig. 12.7. *Musa textilis*, abacá. A, hoja vista de frente. B, corte transversal de la vaina. C, distribución de las fibras. D, fibras vistas de frente y en corte transversal.

ción comercial. La madurez completa de las fibras coincide con la aparición de la inflorescencia.

Como en el banano, la vaina se compone de tres zonas de tejidos (Fig. 12.7 B). La primera, externa, es un tejido básico de parénquima que hacia el exterior lleva la capa de fibras, o cordones de esclerénquima. Cada uno de éstos se forma de 50 ó más células, de 2 a 12 mm. de largo, unidas en forma compacta, formando un cordón de hilos o fibras (Fig. 12.7 C, D). La segunda zona se caracteriza por la presencia de cámaras de aire; las paredes que las separan contienen pocas fibras, muy finas. La tercera zona, hacia el interior de la hoja, está formada principalmente de parénquima, y las fibras que contiene no son de valor comercial. En las operaciones de extracción se separa la primera capa de la vaina de las otras dos, en forma de tiras largas, de 3 a 5 cm. de ancho, de las que se obtiene el mejor abacá, después de quitar a mano o a máquina, los tejidos parenquimatosos que rodean las fibras.

En el escapo floral, que ocupa el centro del seudotallo, no hay fibras de valor comercial.

Las inflorescencias son en términos generales similares a las del banano. En la parte basal están los cojines de flores pistiladas, cubiertos por una bráctea gran-

de; hay cerca de 10 flores en cada cojín. El ovario es verde, globoso, de unos 5 cm. de largo. El tépalo principal, blanco, se divide en el ápice en 5 lobos verduscos; el segundo tépalo es más fino y de ápice agudo. El pistilo, más largo que los tépalos, termina en un estigma esférico. Hay 5 estaminodios cortos.

Las flores estaminadas ocupan los cojines inferiores; tienen también el tépalo principal dividido al extremo en 5 partes, y el secundario es más ancho y delgado. Llevan 5 estambres fértiles y 1 pistilo rudimentario.

Las flores pistiladas se abren primero, y los estigmas duran en receptividad unas 24 horas. El período de florescencia para las flores pistiladas es de 4 a 8 días. Cuando la última flor pistilada se abre, inician la antesis las estaminadas; como hay de 10 a 12 veces más flores estaminadas que pistiladas, el período de apertura de las primeras llega hasta unos 130 días. Las grandes brácteas que cubren los cojines o manos se caen 2 ó más días después de que las flores se marchitan. Mientras que en un racimo de banano sólo hay una bráctea abierta cada día, en el abacá pueden haber varias.

La polinización cruzada es normal en abacá. El agente polinizador más importante, al menos en Filipinas, es un murciélago que visita las flores en busca de

néctar. Los ovarios fecundados se desarrollan en frutos cortos, amarillos en la madurez, con bastante pulpa, y con 6 filas de semillas esféricas, castañas o grisáceas, de 2 a 3 mm. de ancho. Su poder germinativo dura pocos días.

Variación y mejoramiento

En su área de origen, Filipinas, el abacá se ha propagado clonalmente por siglos. Estos clones han sido escogidos en especial por su rendimiento en fibra. Existen además muchos tipos híbridos, pues el abacá se ha cruzado naturalmente con otras especies de *Musa*; no se hibridiza con los bananos.

Los clones de mayor importancia comercial son 'Tangongon', resistente, de fibra fuerte, pero ordinaria. 'Maguindano',

de fibra más fina, blanca y de alto rendimiento, pero poco resistente al viento. 'Bungalanon', temprano y de buena fibra, pero dura menos años en producción que los anteriores. 'Itom', de fibras finas y blancas. 'Inusa', 'Samina' y unos 15 cultivares más.

El problema principal en el mejoramiento del abacá es encontrar resistencia a un mosaico, que ha afectado recientemente las plantaciones en Filipinas. Todos los clones comerciales son muy susceptibles. Se han encontrado dos fuentes de resistencia: el pacol (otra especie de *Australimusa*) y el cantón, que se supone sea un híbrido natural entre pacol y abacá. El primero es inmune y transmite ese carácter a la primera generación, pero en cambio es afectado por *Fusarium*. El cantón es resistente al último patógeno, y sus progenies son parcialmente inmunes al mosaico.

ZINGIBERACEAS

La familia de las ZINGIBERACEAS es estrictamente tropical, e incluye varias especies que contienen aceites en los rizomas o semillas, que se usan para agregar un sabor picante y agradable a alimentos y bebidas. Las más importantes son el jengibre, el cardamomo o granos del paraíso, y la cúrcuma. Muchas Zingiberáceas se usan también como ornamentales.

JENGIBRE, *Zingiber officinale*

Origen

El jengibre es originario del área indomalaya. No se conoce en estado silvestre y su cultivo es muy antiguo, especialmente en China. En Europa fue conocido desde la antigüedad por griegos y romanos.

La producción comercial en épocas recientes es importante especialmente en Jamaica, que da la mejor calidad. Como especia para consumo doméstico, es común en todos los países de América.

Morfología general

La planta de jengibre se forma de un rizoma subterráneo del que parten vá-

tagos aéreos en posición oblicua, cubiertos por las vainas envolventes de las hojas (Fig. 12.8 A). La planta alcanza hasta 1 m. de alto; el follaje es de color verde pálido característico. La hoja tiene una vaina envolvente que termina en una lígula pequeña; el pecíolo es muy corto, y la lámina, lanceolada y muy aguda al ápice, mide de 12 a 22 cm. de largo y 1,5 a 2,5 cm. de ancho. Las hojas están bien espaciadas en el tallo aéreo; se colocan en posición horizontal en la parte inferior y oblicuamente en la superior, con lo que aprovechan la mayor cantidad de luz.

En el jengibre normalmente hay un tallo sin hojas que lleva la inflorescencia, aunque en ocasiones sucede que un tallo foliar corriente, produce una inflorescencia

cia en el ápice. El tallo floral es un vástago de 10 a 30 cm. de largo por 1 cm. de diámetro, cubierto de brácteas en su parte inferior; en el ápice lleva una espiga cónica, de 4 a 6 cm. de largo, forrada por brácteas compactas. La espiga tiene numerosas flores, de las cuales se abren 1 ó 2 cada día. La flor está rodeada por 2 brácteas, una anterior, grande, ovoidea, verde claro con el borde amarillento, y otra posterior más pequeña. La flor del jengibre es asimétrica (Fig. 12.8 B). El cáliz tubular y corto, se divide en 3 dientes. La corola, cilíndrica en la base, se abre arriba en 3 pétalos oblongos, 1 superior y 2 laterales. Los estambres salen del tubo de la corola; 2 se han convertido en estaminodios pequeños; un tercero forma el estambre fértil, y los otros 2 se unen formando el labelo, que es la parte más notable de la flor. El estilo sale por un canal que atraviesa el estambre fértil, y termina en un estigma largo y curvo; el ovario es de 3 celdas.

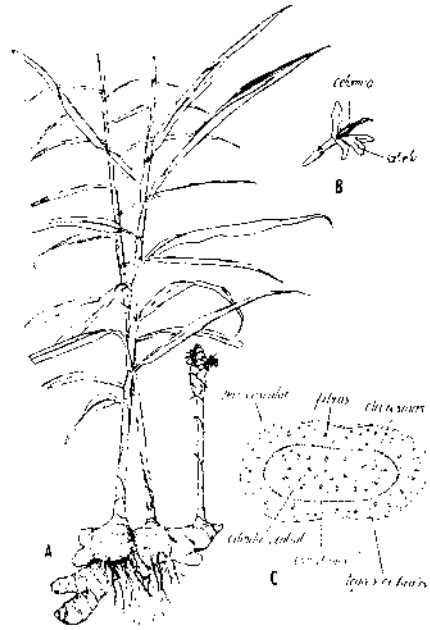


Fig. 12.8. *Zingiber officinale*, jengibre. A, porte. B, flor. C, corte transversal del rizoma.

Rizomas

Los rizomas del jengibre son tallos monopodiales, hasta de 50 cm. de largo, achatados, enteros o divididos como los dedos de la mano. Tienen nudos prominentes, que son las bases de hojas escamiformes. Del lado inferior en los rizomas viejos salen abundantes raicillas.

Un corte transversal (Fig. 12.8C) muestra que el rizoma se forma de tres partes esenciales: capas de corcho, región cortical, y cilindro central. Las capas de corcho son producidas en la hipodermis, y forman de 4 a 8 estratos de células de parénquima, alargadas en sentido tangencial, que se renuevan constantemente y dan el aspecto seco y corchoso característico del jengibre. Esta capa se remueve al preparar el producto comercial. La región cortical está constituida por un tejido básico de parénquima, que aparece como una capa más oscura y grisácea, en contraste con el cilindro central que es amarillento. En los tejidos corticales hay muchas células que contienen oleoresinas, que aparecen como cuerpos elipsoides u

ovoides relleno casi todo el espacio celular. Hay también haces vasculares, los externos menos desarrollados; los internos con una banda extensa de colénquima, se presentan en el centro del rizoma.

El cilindro central está separado de los tejidos corticales por la endodermis, que aparece como una banda más clara, cuyas células no contienen almidón. En el cilindro central el tejido básico es parénquima, rico en almidón; los granos de oleoresinas son también abundantes. Hay numerosos haces vasculares, la mayoría de ellos con bandas de colénquima, que al secarse el rizoma aparecen como fibras suaves.

El sabor picante del jengibre se debe a resinas, y el aroma a aceites. Los rizomas además de almidón contienen hierro, fósforo y ácido ascórbico en cantidades apreciables.

Variación

La propagación vegetativa es la regla en jengibre, ya que casi nunca produce

semillas. No existen referencias seguras sobre clones; en Jamaica, que es la principal área de producción comercial, se conocen dos tipos, blanco y azul. El primero se considera superior. Se dice, sin embargo, que el jengibre azul es un producto anormal y no un cultivar. En Malaya se

conocen por lo menos tres clones. El jengibre de China, que se vende en conserva, se obtiene de rizomas jóvenes.

Varias otras especies del género *Zingiber* se usan en reemplazo del jengibre, una de ellas, *Z. mioga*, se cultiva comercialmente en Japón.

CARDAMOMO, *Elettaria cardamomum*

Los frutos aún no maduros de esta especie se venden en el comercio por sus semillas de sabor picante y aromático, usadas en pastelería y en la elaboración de dulces y licores. En Asia se usan como masticatorio. La producción comercial de cardamomo está localizada en las tierras húmedas y cálidas de India y Ceilán. En América se producen pequeñas cantidades en Guatemala y Jamaica.

Morfología general

Las especies de *Elettaria* son hierbas altas, con rizomas duros y bien ramificados (Fig. 12.9 A). Las raíces fibrosas se extienden hasta 1 m. de los rizomas. Los tallos aéreos son de dos tipos: foliares, ca-

ñas suaves de 1 a 3 m. de alto, envueltas por las vainas de las hojas; y floríferos, más delgados, de 50 a 90 cm. de largo, rastreros o semirrastreros, muy ramificados, sin hojas pero con brácteas grandes en los nudos y numerosas inflorescencias.

Las hojas lanceoladas de bordes doblados, están recubiertas de pubescencia fina en la cara inferior en algunos cultivares; miden de 25 a 175 cm. de largo por 15 a 25 cm. de ancho.

Las flores (Fig. 12.9 B) aparecen en los nudos de los tallos. Como en las demás especies de esta familia son irregulares: el cáliz verde, de unos 3 mm. de largo, es tubular y termina en 3 dientes anchos. La corola es cilíndrica y delgada en la base y se abre en 3 pétalos angostos, verduscos,

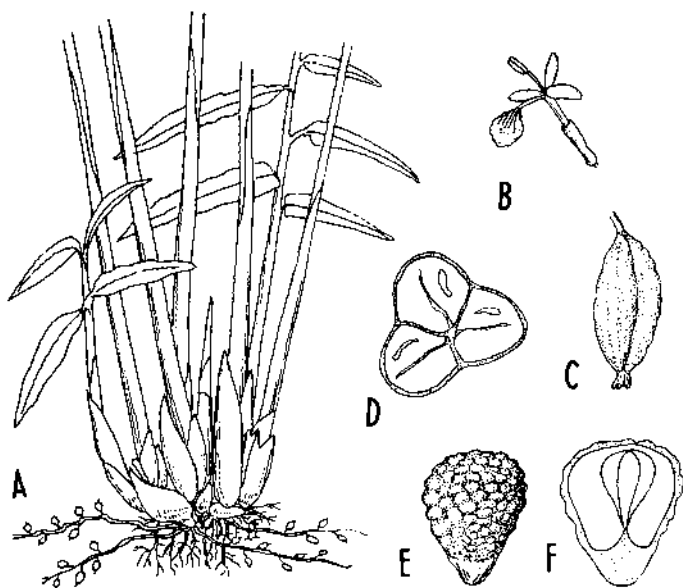


Fig. 12.9. *Elettaria cardamomum*, cardamomo. A, porte. B, flor. C, D, fruto. E, F, semilla.

de 1 cm. de largo. La parte más llamativa de la flor es el labelo, un estaminodio transformado en pétalo, espatulado, con los bordes finos y ondulados, de 1,5 cm. de largo, blanco con líneas purpúreas que salen de la base. Al centro hay un estambre, por cuyo centro pasa el pistilo, formando una sola columna.

Fruto y semilla

El fruto del cardamomo es una cápsula oblonga, de 1 a 2,5 cm. de largo, con 3 lados más o menos marcados, terminada en un ápice corto y curvo (Fig. 12.9 C). En la madurez se torna amarillo y se abre en 3 valvas. Para obtener el producto comercial los frutos se recogen antes de que maduren, a fin de que las semillas se fermenten dentro del mismo fruto; luego se secan al sol, se someten a un proceso de lavado y se empacan para el comercio. El corte transversal del fruto muestra que la cáscara se forma de una epidermis fuerte y lustrosa, de mesocarpo y endocarpo carnosos, constituidos por parénquima con numerosos cristales de oxalato de calcio

y depósitos de resinas. El fruto se divide por 3 tabiques en otras tantas celdas (Fig. 12.9 D).

Las semillas (Fig. 12.9 E, F) pequeñas, piramidales, de 1 a 2 mm. de largo, negras, de superficie irregular, están cubiertas por un arilo delgado, formado por 3 capas de parénquima. Debajo de la epidermis está la capa de células grandes que contienen los aceites amarillos que les dan el aroma y sabor picante característicos.

Variación

Se conocen tres cultivares comerciales: 'Ceilán', caracterizado por el tinte rosado de la base de los tallos, y semillas numerosas pero poco aromáticas. 'Malabar', de tallos verdes, mayor crecimiento, hojas más finas que el anterior y pubescentes en el reverso, con ramas floríferas que se arrastran por el suelo. 'Misore', plantas muy robustas con tallos floríferos erectos y de hojas lisas en el reverso; lleva de 3 a 5 frutos en cada racimo. Este cultivar puede crecer bien hasta 900 m. de elevación.

CURCUMA, *Curcuma domestica*

La cúrcuma, *Curcuma domestica* (C. longa), llamada yuquilla en Centro América, es una especie asiática de uso muy antiguo como medicinal, tintóreo y especia. Contiene en los rizomas una sustancia, curcumina, que forma cristales anaranjados y sirve para dar color al arroz y otros alimentos, a los que añade algunas vitaminas. El producto comercial obtenido de los rizomas secos, llamado turmeric, es un polvo cristalino, anaranjado, de olor picante que se utiliza como condimento. Su uso en Asia está muy extendido, especialmente en la preparación de curries. En América en cambio, es limitado debido a que el achiote se usa para propósitos similares, y a que no se preparan los platos ricos en especias y colorantes que son comunes en Asia.

Morfología general

Curcuma domestica es una hierba hasta de 1 m. de alto (Fig. 12.10 A). El tallo subterráneo es un rizoma muy ramificado, del que salen numerosas raicillas. En la misma planta se pueden encontrar rizomas viejos, más o menos aplanados y divididos como dedos; rizomas maduros, fusiformes y succulentos, llamados a veces bulbos, que son los que dan un mejor producto y brotes nuevos, o retoños, blancuzcos y delgados. En esta especie los tallos aéreos no están bien desarrollados; brotan entre las hojas y llevan un eje floral corto.

Las hojas son grandes, suaves, de un verde claro típico, la base es ancha y

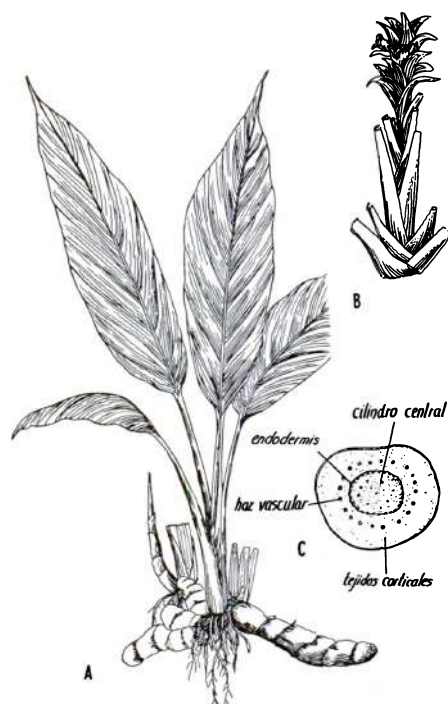


Fig. 12.10. *Curcuma domestica*, yuquilla, cúrcuma. A, porte. B, inflorescencia. C, rizoma, corte transversal.

envolvente, y el pecíolo largo y acanalado. La lámina elíptica, mide de 20 a 90 cm. de largo por 5 a 12 cm. de ancho, y como es característico de la familia, tiene un nervio central del que parten oblicuamente los nervios laterales.

El tallo floral mide de 5 a 20 cm. de largo (Fig. 12.10 B). Está en gran parte cubierto por las hojas, y por entre los pecíolos de éstas aparece la inflorescencia, cuyas partes más visibles son las brácteas grandes y verdosas que salen de la base de las flores y miden hasta 5 cm. de largo. Con frecuencia las brácteas superiores adquieren un tinte rojizo. Cada bráctea cubre dos flores, que no se abren simultáneamente. El cáliz es tubular y corto. La corola se compone de 3 pétalos triangulares. De los 3 estaminodios el más notable es el labelo, blancuzco con una mancha amarilla al centro. El estambre fértil y el estilo están unidos en una columna. No se conocen los frutos.

Rizoma

Los rizomas son aplanados o cilíndricos, ramificados o digitados, con nudos bien marcados, que representan la inserción de las escamas. El color externo varía de grisáceo a amarillo. En el corte transversal se distinguen tres secciones bien marcadas (Fig. 12.10C). La epidermis y tejido subyacente, formado por cerca de 8 capas de células comprimidas, que dan una apariencia corchosa a la superficie del rizoma. Los tejidos corticales, amarillo claro, formados de parénquima en el que se distinguen dos clases de haces vasculares, unos más grandes que forman un círculo interrumpido, y otros menores, dentro y fuera de ese círculo. Finalmente el cilindro central, de parénquima amarillo más oscuro que la sección cortical, y recorrido por haces vasculares finos sin orden alguno.

El color del rizoma es dado por los pigmentos que aparecen como esferitas o cuerpos elipsoidales que rellenan las células, a veces por completo, otras adheridos a las paredes, en forma de granos largos y agudos.

Sólo las células que rodean los haces vasculares carecen de pigmentos. Hay también canales de resinas, tanto en la parte cortical como en el cilindro central.

La cúrcuma es originaria del archipiélago indomalayo. Es una especie triploide, desconocida en estado silvestre. Es posible que la primera utilización de la cúrcuma fuera como tinte para la piel o telas de algodón, a las que da un hermoso tono amarillo, que no es permanente. En varias regiones de Asia se usa aún como tinte para fines ceremoniales. De ella se obtiene también un colorante que se emplea en los laboratorios en el papel de cúrcuma.

Otras especies de cúrcuma se cultivan en Oriente por la fécula o aceites de los rizomas. La más corriente es *C. zoodaria*, una hierba alta hasta de 2 m., de hojas grandes y de inflorescencia que brota directamente del rizoma, sin estar rodeada de hojas como en la especie anterior.

CANNACEAS

Esta pequeña familia tropical se caracteriza por su porte herbáceo, con tallos subterráneos permanentes y vástagos aéreos envueltos por las hojas. Las flores son zigomorfas, vistosas, con los estambres transformados en estaminodios petaloides, uno de los cuales lleva la antera fértil.

Entre las Cannáceas hay muchas de valor ornamental. *C. edulis*, de América del Sur, se cultiva por el almidón y azúcares que contienen sus cormos.

ACHIRA, *Canna edulis*

La achira, originaria de los trópicos americanos, se cultiva por sus cormos que contienen almidón y azúcar, y se comen asados o cocidos. En Queensland se cultivó para la producción de sagú y como forrajera.

Morfología general

La achira se propaga vegetativamente, sembrando un cormo, del que brotan yemas que se desarrollan en cormos de primer orden; de éstos salen los de segundo orden, y así sucesivamente. De los cormos brotan también yemas que se desarrollan en tallos aéreos, y forman una macolla compacta, que alcanza hasta 2 m. de alto (Fig. 12.11).

Los brotes aéreos están cubiertos en la base por las vainas envolventes de las hojas, que no alcanzan sin embargo a formar un seudotallo como en el banano. Los pecíolos son cortos y las láminas elípticas miden de 10 a 70 cm. de largo por 5 a 20 cm. de ancho. Como en la familia afín de las Musáceas, el nervio central es prominente y de él parten los nervios laterales.

Las flores brotan en racimos al final de un vástago que crece entre la base envolvente de las hojas; cada flor tiene en la base 2 brácteas. El cáliz se compone de 3 sépalos, de 1 cm. de largo. La corola, roja, de 3 pétalos delgados, de 4 a 6 cm. de largo. Hay varios estambres petaloides, rojos, que forman la parte más notable de la flor, uno de ellos lleva en el borde las anteras funcionales; otro se transforma en el labelo. Los frutos son cápsulas de 3 celdas, con numerosas semillas esféricas.

Cormo

Los cormos que se utilizan en la alimentación tardan de 10 a 12 meses para alcanzar la madurez. Son esféricos o en forma de trompo, con la base más ancha y miden de 5 a 15 cm. de largo por 3 a 12 cm. de ancho. En la superficie presentan surcos transversales, que marcan la base de las escamas que los cubren. De la porción inferior salen raicillas blancas y cilíndricas, y del ápice, las hojas y el vástago floral. En corte transversal la estructura del cormo de *Canna* se parece mucho al del banano. La epidermis está constituida por tejidos fuertes, suberizados en las partes expuestas, frescos y suaves en las que aún están cubiertas por escamas. La región cortical es angosta, más clara y compacta que el resto, y pobre en almidón. El cilindro central gri-



Fig. 12.11. *Canna edulis*, achira. Porte y cormo.

sáceo, de parénquima abundante en almidón y azúcar, está recorrido por muchos haces vasculares que aparecen de tono más claro. El cormo contiene hasta 3 por ciento de azúcar. Los granos de almidón

de *Canna* son de los más grandes, algunos visibles a simple vista.

Se conoce un número muy reducido de clones de achira. Algunos de ellos se pueden cultivar hasta los 2000 m. de altura.

MARANTACEAS

Las Marantáceas se distinguen de las otras Escitamiéneas por tener el pecíolo en forma de pulvino bien desarrollado; por la presencia de numerosos estaminodios, un sólo estambre fértil y por el ovario de 1 a 3 celdas con 1 óvulo en cada una.

Son plantas herbáceas tropicales; dos especies americanas, el arrorruz y el lairén, se cultivan como alimenticias. Hay muchas Marantáceas ornamentales por el follaje.

ARRORRUZ, *Maranta arundinacea*

El arrorruz suple una de las harinas de mejor sabor y más alta digestibilidad. Es un cultivo americano, relativamente nuevo, pues no existen pruebas de que fuera conocido a la llegada de los europeos. El almidón de los rizomas se utilizó primero como antídoto para el veneno de las flechas. De este primer uso se deriva su nombre en inglés 'arrowroot' ('raíz de flecha'), del cual se originan el español arrorruz y el portugués araruta. El uso de los tubérculos para obtener almidón se inició después, posiblemente en las Antillas Menores. El producto comercial se conoce con el nombre de sagú de San Vicente, por ser St. Vincent, una de las Antillas Inglesas, la principal área productora. El arrorruz se planta en pequeñas cantidades en todos los países del trópico americano, para consumo local. Hay también una exportación limitada a Europa.

Maranta arundinacea no se conoce en estado silvestre. Se supone que sea originaria del Norte de Sur América y de las Antillas, y especies del mismo género, muy afines morfológicamente, se hallan en Venezuela y Brasil.

Morfología general

El arrorruz es una hierba hasta de 1,5 m. de alto, en forma de macolla formada

por varios tallos, cuyas bases están cubiertas por las vainas envolventes de las hojas (Fig. 12.12). Como éstas salen opuestas y las vainas son angostas y en forma de quilla, los brotes tienen su base marcadamente aplanada. El tallo verdadero es delgado, cilíndrico, crece en zigzag y termina en una inflorescencia.

Las hojas tienen la base conduplicada, y un pecíolo cilíndrico y duro, hasta de 20 cm. de largo. En su inserción a la lámina hay un pulvino bien desarrollado. La lámina es lanceolada, de 5 a 30 cm. de largo por 9 a 8 cm. de ancho, verde oscuro en el lado superior, con un nervio central bien marcado del que salen nervios laterales oblicuos. Las láminas se colocan en distintos ángulos con respecto al pecíolo, pues el pulvino facilita esos movimientos. La sequedad del suelo o altas temperaturas determinan que las láminas se arrollen para exponer la menor superficie.

La inflorescencia es una panícula de flores escasas y dispersas, arregladas como las hojas, en dos filas en el mismo plano (Fig. 12.12 B). Cada flor tiene un pedicelo fino, de 4 a 5 cm. de largo, y lleva una bráctea grande, caediza, de unos 5 cm. de longitud. El cáliz se compone de 3 sépalos verduscos y agudos. La corola, blanca, es de forma irregular; está compuesta por 3 pétalos unidos en la base



Fig. 12.12. *Maranta arundinacea*, arrorruz. A. porte. B. inflorescencia. C, rizoma. D, corte transversal del rizoma.

en un tubo, 2 de ellos terminados en una lámina fina, el tercero en forma de capuchón. Hay un estambre fértil y varios estaminodios petaloides. El estilo es corto y doblado. El fruto es una cápsula elipsoidal, de 5 a 8 mm. de largo.

Rizoma

La base de la macolla emite muchas raicillas finas y uno o varios rizomas, que pueden crecer lateralmente, cerca de la superficie, sin engrosarse, o hacia abajo,

adquiriendo una forma cónica o cilíndrica, con abundantes tejidos de reserva (Fig. 12.12 C). De estos rizomas, que alcanzan hasta 20 cm. de longitud y 5 cm. de diámetro, se obtiene el producto comercial. Por fuera son blancos, lisos y brillantes, cubiertos por escamas que se caen pronto.

El corte transversal muestra que la epidermis está formada por células pequeñas, de paredes externas muy gruesas, que constituyen una protección contra la pérdida de agua o el ataque de insectos. Los tejidos corticales están formados de parénquima cargado de almidón, y ocupan el mayor volumen del rizoma. Están atravesados por fibras y haces vasculares finos. Hacia adentro, y muy cerca del cilindro central, aparecen de 10 a 12 haces grandes, distribuidos simétricamente en círculo. El cilindro central está muy bien delimitado, y su volumen disminuye en proporción conforme se engruesa el rizoma. Las células de la endodermis contienen muy poco almidón y aparecen como un anillo más claro. Al centro del cilindro hay haces vasculares, con los vasos del xilema muy desarrollados (Fig. 12.12 A).

Para preparar el sagú se eliminan los tejidos externos y se muele el resto del rizoma. Por decantación se separa el almidón, que es de granos muy finos y tamaño uniforme, se seca y empaqa. Aproximadamente el 20 por ciento del rizoma es almidón.

El arrorruz produce semillas, pero su propagación en cultivo se hace por vía vegetativa. Por lo común se dejan en el campo numerosos rizomas que después de la cosecha emiten brotes aéreos y forman nuevas macollas. No se conoce mucho de la variación en arrorruz. En las Antillas se distinguen dos clones: 'Creole', de rizomas cónicos, que crecen hacia abajo, y 'Banana', de rizomas cortos, con el ápice redondeado que se desarrollan cerca de la superficie del suelo.

LAIREN, *Calathea alluia*

El cultivo del lairén estaba expandido por las Antillas y el Norte de Sur América a la llegada de los europeos. Los tubérculos, ricos en almidón, se consumen cocinados a la manera de nueces.

El lairén forma macollas hasta 1,5 m. de alto (Fig. 12.13 A). La base de las hojas es envolvente y forma pseudotallos cortos; los peciolo son largos y acanalados. La lámina, oblonga y asimétrica, con la ligula sólida y fuerte (Fig. 12.13B) mide de 20 a 60 cm. de largo por 5 a 20 cm. de ancho. Los tallos floríferos tienen una hoja basal y miden de 10 a 30 cm. de largo. La inflorescencia es una espiga de 5 a 10 cm. de largo, con las flores insertadas en espiral. Las brácteas de la inflorescencia, verdes, miden unos 2 cm. de largo. El cáliz está compuesto de 2 sépalos lanceolados. La corola amarilla o blanca, de 3 tépalos unidos en la base, libres arriba, mide 2,5 cm. de largo. Hay sólo un estaminodio blanco, y un estambre fértil, por cuyo centro pasa el estilo. El ovario tiene 3 celdas.

Raíces tuberosas

De los nudos inferiores de la planta salen muchas raíces fibrosas, duras y retorcidas. Al final de ellas se forman cuerpos tuberosos, elipsoidales o cónicos, que constituyen la parte comestible (Fig. 12.13 C). Miden de 1 a 5 cm. de largo por 0,5 a 3 cm. de ancho, y están recubiertos por una cáscara dura, amarilla y brillante, cubierta de protuberancias espinosas.

En corte transversal se observa que los tejidos externos, coriáceos y amarillentos, ocupan una porción considerable (Fig. 12.13 D). Debajo de éstos hay una zona más clara, parenquimatosa, que contiene almidón. El centro es de nuevo oscuro, a menudo vacío.

El lairén se propaga vegetativamente. No se conoce su variación clonal. Ha sido introducido al cultivo en Asia y Africa, sin que se haya expandido mucho en ningún área.

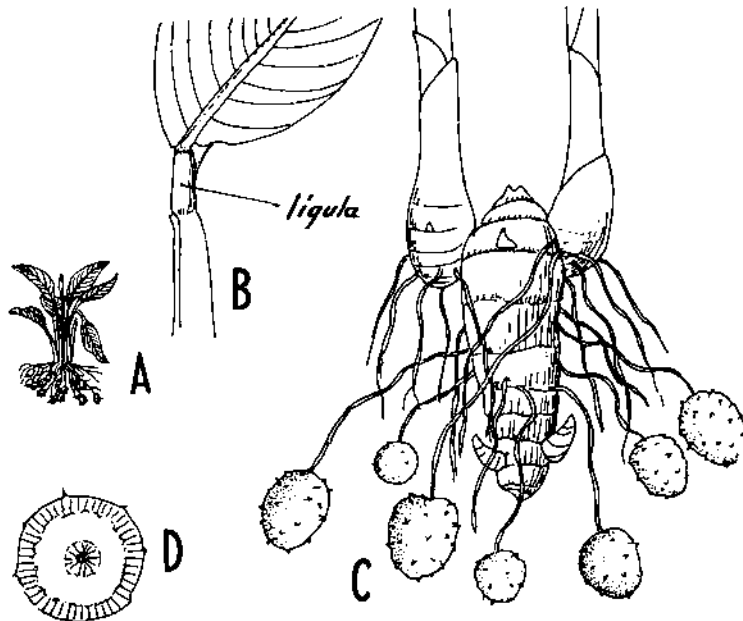


Fig. 12.13. *Calathea alluia*, lairen. A, porte. B, base de la hoja. C, raíces. D, corte de la raíz.

REFERENCIAS

- CARDEÑOSA B., R. El género *Musa* en Colombia; plátanos, bananos y afines. *Notas Agronómicas (Colombia)* 6(1-3):1-373. 1953.
- CASTRO SOBRINHO, A. DE. A araruta, cultura e industria. Rio de Janeiro, Méndes, 1919. 25 p.
- CHAMPION, J. Le bananier. Paris, Maisonneuve et Larose, 1963. 264 p. (Techniques Agricoles et Productions Tropicales, v. 1)
- CHUNG, H. L. y RIPPERTON, J. C. Edible canna in Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 54. 1924. 16 p.
- LEON, J. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Boletín Técnico no. 6. 1964. 112 p.
- LOESECKE, H. W. VON. Bananas: chemistry, physiology, technology. 2nd rev. ed. New York, Interscience Pub. Inc., 1950. 201 p.
- MAISTRE, J. Les Plantes á épices. Paris, Maisonneuve & Laroche, 1964. 289 p.
- OCHSE, J. J. Vegetables of the Dutch East Indies (edible tubers, bulbs, rhizomes and spices included; survey of the indigenous and foreign plants serving as pot-herbs and side-dishes. English edition of "Indische groenten". Buitenzorg, Java, Archipel drukkerij, 1931. 1005 p.
- PARRY, J. W. Spices: their morphology histology, and chemistry New York, Chemical Publishing Co., 1962. 226 p.
- RIDLEY, H. N. Spices. London, Macmillan, 1912. 449 p.
- ROBINSON, B. B. y JHONSON, F. L. Abaca, a cordage fiber. Washington, U. S. Government Printing Office, 1953. 130 p. (U.S. Department of Agriculture. Agriculture Monograph no. 21).
- SIMMONDS, N. W. The evolution of the bananas. London, Longmans, 1962. 170 p.
- _____. Bananas. 2nd ed. London, Longmans, 1966. 512 p.
- SOPHER, D. E. Indigenous uses of turmeric *Curcuma domestica* in Asia and Oceania. *Anthropos* 19:93-127. 1964.
- SPENCER, J. E. The abacá plant and its fiber, Manila hemp. *Economic Botany* 7(3):195-213. 1953.

ARACEAS

13

Varias especies tropicales de Aráceas se han domesticado por sus tallos subterráneos, ricos en carbohidratos y de buen contenido en minerales y vitaminas. Son plantas de cultivo fácil, de producción temprana y alto rendimiento. Los cormos dan un alimento muy nutritivo y de alta digestibilidad; se comen cocidos o asados, con el fin de destruir los cristales de oxalato de calcio que contienen.

Un uso secundario de las Aráceas es el aprovechamiento de las hojas, que se consumen tiernas y cocinadas. Esta utilización es común en varias especies, y una de ellas, el belembe, se cultiva exclusivamente por sus hojas.

Sistemática

Los dos géneros más importantes, *Colocasia* y *Xanthosoma*, fueron domesticados en áreas diferentes; el primero en el Viejo Mundo, el segundo en América tropical (Fig. 13.1). Se diferencian en que:

1. en *Colocasia* las hojas son peltadas, es decir, que el pecíolo se inserta en el centro de la lámina, mientras que en

Xanthosoma los pecíolos están unidos al borde de la lámina, en el seno central.

2. en *Colocasia* el espádice floral termina en un apéndice sin flores: en *Xanthosoma* hay flores hasta el final.

3. los granos de almidón son redondos en *Colocasia*, hasta de 11 micras de largo; en *Xanthosoma* son irregulares, angulosos y más grandes alcanzando un tamaño máximo de 65 micras.

ESPECIES DE XANTHOSOMA DE CORMOS COMESTIBLES

Sistemática

No existe un estudio definido que permita distinguir las diferentes especies cultivadas de *Xanthosoma*. Sus cultivares se conocen con el nombre de yautía o tanners (Antillas); malanga (Centro América); chou caribe (Martinica); taya,

tania (Antillas Menores); mangaritos (Brasil); tiquisque (México y Centro América); otó (Panamá); mafafa (Colombia); ocumo (Venezuela); uncucha (Perú).

Se reconocen las especies siguientes (Fig. 13.2):

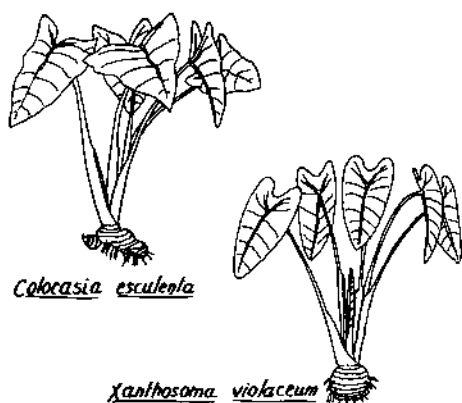


Fig. 13.1. *Colocasia esculenta* y *Xanthosoma violaceum*.

X. atrovirens, de hojas triangulares, con los lobos semioblongos, y cormos rosados o amarillos. A esta especie pertenecen los cultivares 'Amarilla' y 'Jengibrillo', de Puerto Rico.

X. caracu, de México, Antillas y la parte norte de Sur América, de hojas triangulares, con el seno basal de la lámina muy amplio, y los lobos laterales cortos y angulosos. Los nervios laterales terminan en el borde de la hoja. A esta especie pertenecen los cultivares 'Rolliza', de cormos blancos, tempranera y de alta productividad, y 'Manola' de cormos amarillentos.

X. jacquini, de hojas grandes, acorazonadas, con 3 nervios principales; seno basal amplio; lobos laterales redondeados. Hay un nervio paralelo al borde, donde terminan las nervaduras secundarias. Es originaria de México.

X. maffafa, del Norte de Sur América, es una planta baja, de hojas acorazonadas, seno basal muy agudo, y 3 nervios principales.

X. sagittifolium, con hojas ovales, apiculadas, de seno basal obtuso y lobos acuminados.

X. violaceum, de hojas sagitadas, con seno basal redondeado y lobos amplios; color violáceo en láminas, nervios y pecíolos; cormos amarillos, de sabor excelente.

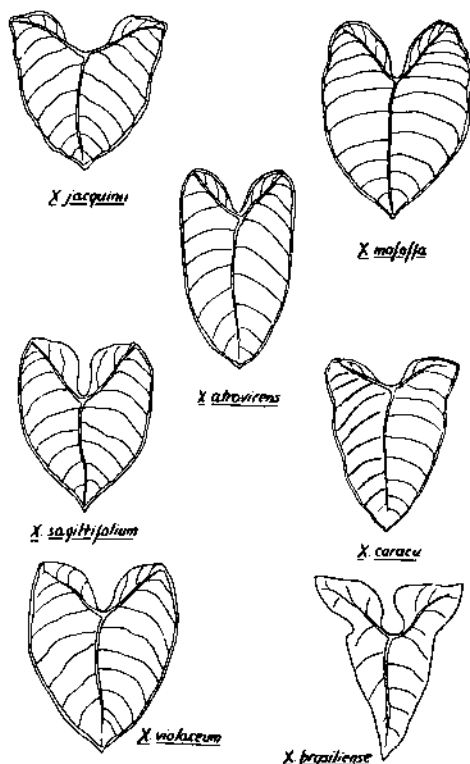


Fig. 13.2. Especies de *Xanthosoma*.

Es posible que estudios detallados puedan reducir estas especies a una sola. La variación entre ellas es comparable a la que existe entre los clones del taro, los cuales se consideran actualmente como variantes de una sola especie.

Morfología general

Las *Xanthosoma* son plantas herbáceas de 1 a 2 m. de alto, de follaje verde o violáceo, formadas por un tronco subterráneo o cormo, y una corona de hojas grandes, erectas, de pecíolos largos y láminas muy grandes. Todas las partes de la planta contienen un látex blancuzco.

Cormo

El tallo subterráneo de las Aráceas ha recibido diferentes nombres: bulbo, rizoma, tubérculo o cormo; la última denomi-

nación parece ser la más apropiada. El corno central lleva en su parte superior las hojas y la inflorescencia; puede ser esférico, ovoide o cilíndrico, y de él salen varios cormos laterales. Estos son preferidos para el consumo por ser más suaves y contener menos fibras. Externamente el corno aparece dividido en entrenudos transversales angostos, y está cubierto por escamas fibrosas o restos secos de las hojas que salen de los nudos. Su estructura interna consiste de epidermis, zona cortical y cilindro central. La primera está formada por varias capas de células alargadas en sentido tangencial, y con frecuencia es reemplazada por tejidos corchosos originados de un felógeno. La zona cortical es muy angosta y se compone principalmente de parénquima que contiene poco almidón y abundante oxalato. El cilindro central es más oscuro, formado por parénquima más rico en granos de almidón, y recorrido por haces vasculares y canales de mucilago, que también atraviesan los tejidos corticales. En las Aráceas no hay como en otras familias, una zona clara de separación en el corno entre los tejidos corticales y el cilindro central.

Los cormos de las Aráceas contienen muchas células rellenas con cristales de

oxalato de calcio, más numerosas en la región cortical. El oxalato se halla en haces de agujas cristalinas, que al romperse la pared de la célula que los contiene, se expanden rápido. Al cocinar o asar un corno los cristales desaparecen y sólo queda la cobertura gelatinosa que los envuelve. Los granos de almidón son relativamente grandes, de tamaño uniforme y forma irregular o poligonal. Hay numerosos canales de látex en los cormos, que al cortarse exudan una goma amarilla que se seca rápidamente.

Raíces

Las raíces aparecen en filas en la parte media e inferior de los cormos, sobre los entrenudos. Por lo común son más numerosas en los cormos laterales que en el central. Se producen en abundancia, viven poco y se renuevan continuamente. Su estructura corresponde a plantas de habitats húmedos. La epidermis de paredes exteriores cutinizadas, cubre una región cortical blanca y corchosa en la que hay una amplia zona de aerénquima, que ocupa la mayor parte de la raíz, formada por lagunas o espacios angostos llenos de aire, con los ejes mayores en sentido ra-

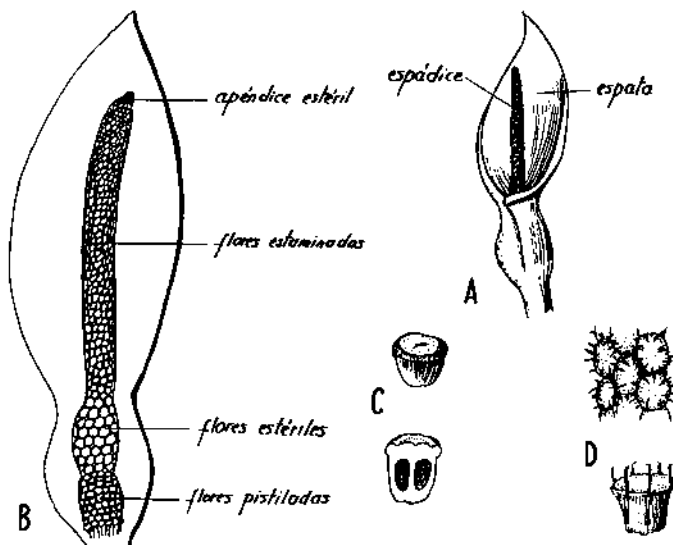


Fig. 13.3. Aráceas. A, inflorescencia. B, espadice y espata. C, flor pistilada. D, flor estaminada.

dial. Esta estructura permite el almacenamiento de aire y el funcionamiento normal de las raíces cuando el suelo está inundado. El centro está ocupado por varios vasos grandes de xilema y bandas angostas de floema.

Follaje

Las *Xanthosoma* tienen relativamente pocas hojas por planta, por lo general menos de 5, pero de láminas muy desarrolladas. Las bases envolventes de los pecíolos se superponen formando un cilindro corto encima del cormo; son cóncavo-convexas en corte transversal y llevan una ala o margen, delgado y transparente, a veces de color púrpura. Los pecíolos se cierran arriba en un cilindro, y en su inserción en la lámina se dividen corrientemente en 3 nervios principales, que corresponden a los 3 lobos o secciones de la lámina. De los nervios centrales parte la nervadura secundaria, pinnada, que con frecuencia termina en el borde de la lámina en hidatodos, por donde gotean las hojas.

Las grandes láminas de forma sagitada, miden hasta 1 m. de largo; tienen un seno basal más o menos profundo, en cuyo fondo se inserta el pecíolo. Son planas u onduladas; verdes o violáceas, manchadas o uniformes. La cara superior es frecuentemente brillante; la inferior opa-

ca, más clara y con los nervios prominentes.

Inflorescencia

Como en las otras Aráceas, en *Xanthosoma* los primordios florales aparecen en la parte superior del cormo, se abren paso por entre las bases de las hojas y luego sobresalen por el crecimiento de pedúnculos largos y suculentos. Las flores se insertan en una columna, el espádice, que está rodeado por una bráctea especial, la espata. Este órgano es una lámina arrollada en la parte inferior en forma de cavidad casi completamente cerrada, arriba de la cual se estrecha en un cuello angosto, para abrirse en la parte superior formando una cavidad amplia. El espádice está conformado según la espata. En la parte basal, que corresponde a la cavidad inferior de la espata, se hallan las flores pistiladas. En la región estrecha no se desarrollan flores, y en la parte superior están las flores estaminadas.

Las flores pistiladas son columnas diminutas terminadas en su parte superior en una placa poligonal de la que sobresale el estigma. Estas placas están inmediatas unas a otras, formando un mosaico. Las flores estaminadas son también columnas cortas o sinandrios, con placas poligonales en el ápice, debajo de las cuales están las anteras. En *Xanthosoma* muy rara vez se forman semillas fértiles.

ESPECIES DE XANTHOSOMA DE HOJAS COMESTIBLES

BELEMBE, *X. brasiliense*

El belembe es una especie suramericana que se cultiva por sus hojas comestibles. Es una planta baja, de 40 a 80 cm. de alto; las hojas trilobadas, suaves, de muy bajo contenido de oxalato de calcio, se cocinan con otras hierbas en un potaje llamado calalú, o se comen en ensaladas.

Contienen 3 por ciento de proteínas y cantidades apreciables de calcio, fósforo y ácido ascórbico. Los cormos laterales son pequeños, de pulpa amarilla, comestibles, aunque no se aprecian por su tamaño. El cultivo del belembe se ha extendido recientemente a África y Oriente.

TARO, *Colocasia esculenta*

Sistemática

En América tropical *C. esculenta* se conoce con los nombres de cocoyam, malanga, tanyah, y otros que se aplican también a los *Xanthosoma*.

Los taros pertenecen, según el concepto actual, a una sola especie: *C. esculenta*. Por un tiempo se consideró a *C. antiquorum* como especie distinta, pero esa separación ya no se admite. Esas dos entidades se diferencian en que en *C. esculenta* el espádice es recto y sobresale de la espata, mientras que en *C. antiquorum*, es curvo y más corto; también en que el ángulo de inserción del pecíolo es más cerrado en *C. antiquorum* que en *C. esculenta*.

El número de clones de taro pasa de 1.000. En América tropical, especialmente en las Antillas, se reconocen dos grupos: dasheen y eddoes. Los dasheen o colocasias de Japón son los taros de mejor calidad. Sus cormos son grandes, esféricos, con entrenudos amplios, y con frecuencia no dan brotes laterales; cuando éstos se forman por lo común no se utilizan. Existen numerosos clones de dasheen, que se distinguen por la forma y ramificación de los cormos, y por el color de la pulpa, que puede ser blanca, rojiza o amarillenta, uniforme o con áreas de diferente color. Los dasheen de pulpa rosada son los preferidos, especialmente cuando no contienen sustancias mucilaginosas.

Los eddoes se caracterizan por tener numerosos cormos laterales, que son los únicos que se consumen. En los clones cultivados en América, la pulpa es blanca o amarillenta y de sabor inferior al dasheen. Algunos eddoes asiáticos, de pulpa rosada, son de excelente calidad.

Los numerosos clones conocidos de taro pueden originarse en mutaciones de yema; muestran afinidades entre ellos y forman grupos geográficos definidos. El carácter más útil para distinguirlos es el color de los pecíolos, que varía desde rojo intenso a verde oscuro. Un clon aberrante del Pacífico Sur, tiene pecíolos policromos.

Otros caracteres diferenciales del follaje son la presencia de una mancha rojiza en el lado superior de la hoja, en la inserción del pecíolo; el carácter liso u ondulado de la lámina, y el corte del seno central, que puede ser ligero o profundo. En los cormos: color de la superficie, blanca o roja; color de la pulpa, blanca, amarilla, rosada o purpúrea, lisa o manchada. Hay también diferencias notables en el período de maduración de los cormos.

Morfología general

El taro es una especie muy polimorfa y alcanza un tamaño promedio de 1 a 1,5 m.

El cormo es esférico, elipsoidal o cónico, simple o ramificado en otros cormos laterales o en rizomas. En la parte externa está cubierto por escamas fibrosas o es completamente liso. Como en *Xanthosoma*, su estructura interna no revela una diferencia clara entre los tejidos corticales y el cilindro central. La pulpa varía de blanca a morada, según el clon; en este último caso el color puede estar distribuido uniformemente o en manchas. La distribución de los haces vasculares es muy irregular. No hay la concentración de haces hacia la parte externa, que separa el cilindro central de los tejidos corticales, como ocurre en las Musáceas. Los canales de látex son frecuentes. Las células cargadas de oxalato de calcio no existen en algunos clones. Las raíces son de forma y estructura semejantes a las de *Xanthosoma*.

Follaje

El pecíolo mide de 5 a 20 cm. de largo, y es envolvente en la base, verde o purpúreo, uniforme o listado. En algunos clones los pecíolos son comestibles, y se blanquean como espárragos. Las láminas son peltadas en la gran mayoría de los clones su forma varía de cordada a ovada,

y miden de 25 a 100 cm. de largo por 40 a 60 cm. de ancho. Son de color verde oscuro en la parte superior, y en algunos clones hay una mancha o piko, opuesta a la inserción del pecíolo.

Inflorescencia

Las inflorescencias, de 2 a 5 por planta, aparecen entre las bases de las hojas. Su forma es similar a las de *Xanthosoma* (Fig. 13.3 A) Están constituidas por un espádice rodeado por la espata, la cual está dividida en dos secciones por una constricción; en la parte basal la espata se arrolla y deja una vaciedad de 3 a 5 cm. de longitud (Fig. 13.3 B) La parte superior, amarillenta, de 15 a 30 cm. de largo, deja casi encerrado el espádice.

La distribución de las flores en el espádice es la misma que en las *Xanthosoma*. En la base, rodeada por la cavidad inferior de la espata, están las flores pistiladas, formadas por un ovario diminuto, que lleva un estigma sésil (Fig. 13.3 C). En la constricción del espádice, que corresponde a la parte angosta de la espata, no se desarrollan flores. La parte externa del espádice, lleva las flores estaminadas. Cada flor consiste de 2 a 6 anteras unidas en un cuerpo obcónico, el sinandrio (Fig. 13.3 D).

Los taros producen frutos muy pocas veces; son bayas elipsoidales, de 4 a 5 mm. de ancho, con una semilla ovoide, de 1 a 1,5 mm. de largo.

Variabilidad

El taro es un poliploide de cultivo muy antiguo. Su área original de dispersión no es conocida, pero es probable que sea la región indomalaya. Fue conocido en la antigüedad, especialmente en Egipto.

No se ha hecho ningún trabajo siste-

mático de selección. La dificultad principal en un programa de mejoramiento de taro es la baja formación de semillas. Las pruebas clonales han mostrado una gran variabilidad en rendimiento, valor culinario, período de producción y otros factores. Los problemas inmediatos son encontrar clones resistentes a enfermedades del cormo y de las raíces que en algunas zonas son muy serias; obtener tipos con mayor contenido de proteína y con cantidades bajas de oxalato de calcio.

En Asia se cultivan, en la misma forma que los taros, otras Aráceas:

Amorphophallus rivieri, la más común de ellas, se planta en Oriente por sus tubérculos, de los cuales crece anualmente una sola hoja la cual se divide en 3 lobos hasta de 1 m. de largo cada uno, de lámina muy recortada. El pecíolo mide de 50 a 90 cm. de largo. Después de 5 ó 6 años sale del cormo una inflorescencia similar a la de las demás Aráceas. El cormo, aplanado, cubierto de tubérculos y con raíces que salen de su parte superior, llega a pesar hasta 1,5 kilos.

Entre las Aráceas de menor uso en América está el cerimón o piñanona, *Monstera deliciosa*, cuyos frutos compuestos, de apariencia de una mazorca de maíz, sólo se pueden comer cuando han madurado completamente.

Tacca pinnatifida, de la pequeña familia de las Tacáceas, se cultiva en los trópicos del Viejo Mundo por sus cormos harinosos, cuya fécula amarga se lava hasta hacerla comestible.

La planta consta de un cormo aplanado, redondo, hasta de 2 libras de peso, del cual sale primero un vástago floral, delgado de 1 a 3 m. de largo, que termina en una umbela de muchas flores. Las hojas que brotan después, son también de pecíolo largo y de limbo muy recortado. La planta se propaga vegetativamente.

REFERENCIAS

- BARRETT, O. W. Las yautías de Puerto Rico. Estación de experimentos culturales de Puerto Rico. Boletín no. 6. 1905. 15 p.
- BARRETT, O. W. y YOUNG, R. A. Las aráceas económicas. Washington, Unión Panamericana, Agricultura no. 35, 1927. 13 p.
- HODGE, W. H. The dasheen. A tropical crop for the South. U.S.D.A. Circular no. 950. 1954. 27 p.
- MONTALDO, A. Bibliografía sobre yuca, ñame, ocumo, y taro. Maracay (Venezuela), Facultad de Agronomía, 1963. 19 p. (mimeografiado).

GRAMINEAS

14

Las Gramíneas son las plantas de utilidad mayor y más variada. Son también las que ocupan mayor espacio cultivado, y una de las familias más evolucionadas y ricas en especies.

Se utilizan principalmente por los granos (cereales), que contienen una alta proporción de carbohidratos y en menor cantidad proteínas y vitaminas; su uso tradicional como alimento se ve complementado con la utilización industrial de los subproductos: almidón, aceites y otros. En segundo término, las Gramíneas pratenses son la base de la alimentación animal en los trópicos. En tercer lugar, las cañas de azúcar constituyen la principal fuente de azúcar y dan lugar a una intensa explotación industrial. Usos secundarios de las Gramíneas son la extracción de aceites esenciales de hojas y raíces y la utilización de los tallos duros de los bambúes, que tienen múltiples aplicaciones.

Las Gramíneas son hierbas, a veces gigantes, con tallos basales rizomatosos, muy ramificados, de los que brotan vástagos aéreos generalmente sin ramas, divididos por nudos de los que salen hojas dísticas. La inflorescencia es compleja y presenta muchas formas distintas. La unidad básica es la espiguilla, que será estudiada en detalle al discutir las diferentes especies. El fruto es una cariopsis de pericarpo delgado, con la semilla compuesta en su mayor parte por endosperma.

MAIZ, *Zea mays*

El maíz es la planta cultivada de mayor interés desde el punto de vista de su origen, estructura y variación. Sólo se conoce en cultivo, y es seguro que no podría subsistir sin los cuidados del hombre; pertenece a un género en que no hay más que esa especie, y sus relaciones con otros géneros afines no son claras. En cultivo se han desarrollado tipos tan diferentes que permiten sembrarlos desde el Ecuador hasta el límite de las tierras templadas, y desde nivel del mar hasta el borde de las heladas permanentes. Esa adaptabilidad, representada por los genotipos más variados, es paralela a la variedad de sus usos

como alimento, forraje, o utilización industrial.

Morfología general

El maíz ha desarrollado tipos tan diferentes en su aspecto morfológico, que una descripción detallada tendría que ser tan amplia que carecería de significación. Existen desde los maíces gigantes, como el 'Jala', del Oeste de México, cuyos tallos son tan altos y fuertes que se usan para construir setos, hasta los tipos tropicales, como el 'Chocosito', del Este de Co-

lombia, que pareciera un cereal menor, o los andinos como 'San Jerónimo', cuya talla apenas supera a las habas con que se interplanta. Sin embargo la forma general de la planta es inconfundible: está constituida por un eje central, sostenido por un sistema radical, fibroso y compacto. El eje o tallo, ordinariamente produce varios brotes basales; sus ramificaciones laterales son muy comprimidas, y forman las mazorcas o inflorescencias pistiladas. La parte terminal del eje es la panoja que lleva las inflorescencias estaminadas. La separación de las flores pistiladas y estaminadas en el maíz, fue para los naturalistas europeos anteriores al conocimiento del mecanismo de la polinización, un objeto de maravilla, pues no se explicaban cómo una planta pudiera llevar las flores en el ápice y formar los frutos en sus ramas inferiores.

Raíz

La raíz primaria, o sea la que se desarrolla en la germinación de la semilla, tiene corta duración. Todo el sistema radical de la planta adulta es adventicio, y en la mayoría de los cultivares brota de la corona, un cuerpo cónico, con el ápice hacia la parte inferior, formado por 6 a 10 entrenudos muy cortos (Fig. 14.1 A). De la corona salen tanto vástagos basales como raíces principales, que dan origen a muchas raicillas laterales, cortas y finas. La forma y desarrollo del sistema radical

varía considerablemente según el cultivar y las condiciones ambientales; en los países tropicales el sistema radical tiende a ser cónico, con el ápice en la base de la planta, y alcanza una profundidad que varía desde pocos centímetros hasta un metro.

Las raíces adventicias son cilíndricas, con la caliptra bien marcada, seguida hacia arriba por una zona de formación activa de tejidos; esta zona es la que produce las células nuevas que incrementan la longitud de la raíz. Sigue luego la zona de pelos absorbentes, que constituyen los órganos principales de absorción de agua y sustancias nutritivas; los pelos absorbentes son de corta duración y caen conforme la raíz se alarga y se forman nuevas zonas absorbentes. De la parte superior de una raíz principal salen las raicillas laterales, que a su vez tienen áreas de pelos destinados a la absorción.

La estructura interna, en corte transversal, es muy simple. Consiste de epidermis, una sola capa de células que funciona en las partes activas de la raíz, es decir en la caliptra y la región absorbente, de la que brotan los pelos, como prolongaciones al principio muy cortas y luego alargadas y finas. En las partes viejas de la raíz la epidermis está muy comprimida, y son los tejidos de la exodermis los que se endurecen y forman de 2 a 4 capas de células protectoras. Entre la exodermis y la endodermis están los tejidos corticales, formados por parénquima rico en agua y

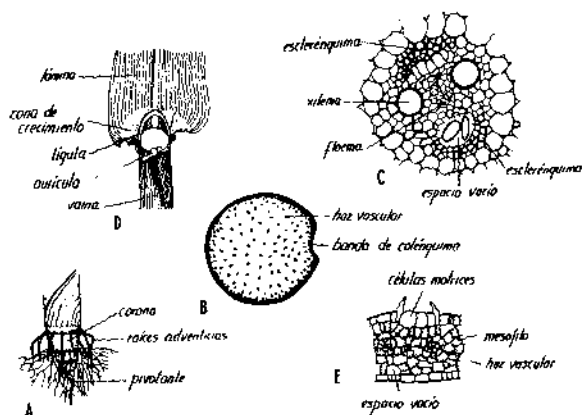


Fig. 14.1. *Zea mays*, A, corona. B, tallo, corte transversal. C, haz vascular. D, hoja. E, hoja corte transversal.

sustancias de almacenamiento. La endodermis es una capa de paredes externas y laterales más gruesas que las internas; forma un cilindro continuo que separa la región cortical de la estelar, y su función parece ser prevenir la difusión o pérdida de agua y sustancias nutritivas del cilindro central hacia las zonas externas de la raíz. El cilindro central está ocupado por los tejidos vasculares, que forman un anillo alrededor de la endodermis, de la que están separados por una zona de células pequeñas, el periciclo. Lo más notable en el cilindro central son los grandes vasos de xilema que forman un círculo y cuya función principal es el transporte de agua. Entre estos grandes vasos hay zonas estrechas de floema, por las cuales circulan las sustancias nutritivas que la planta absorbe del suelo y suben hacia el resto de la planta.

El sistema radical del maíz se divide en fascicular, o de raíces subterráneas, y adventicio o de raíces aéreas. Estas últimas brotan de los entrenudos inferiores, cerca del suelo, crecen hacia abajo y una vez que penetran en tierra se adelgazan y ramifican. La clasificación anterior, aunque artificial, señala una característica importante en el maíz, la presencia de raíces especializadas, tanto alimentadoras como de sostén. El tallo central debe soportar mucho peso, y las raíces aéreas al anclar la planta al suelo, ofrecen un soporte más efectivo que las subterráneas. En el cultivo se eliminan los brotes laterales, que a su vez producen muchas raíces, y de esa manera se reduce el soporte del tallo vertical que se deja para la producción de mazorcas. Para compensar esa pérdida se acumula suelo alrededor de los tallos (aporca) a fin de darle más sostén a las plantas y de inducir una mayor formación de raíces. La destrucción de éstas, por el cultivo o los ataques de insectos y hongos, trae con frecuencia la caída de la planta; por eso la selección de cultivares con sistemas radicales vigorosos y las prácticas de protección aplicando insecticidas o fungicidas, son objeto de trabajos continuos de investigación.

Tallo

El tallo central del maíz es un eje formado por nudos y entrenudos, cuyo número y longitud varían considerablemente. La parte inferior y subterránea del tallo, la corona, tiene entrenudos muy cortos, de los cuales salen las raíces principales y los tallos o brotes laterales. En los entrenudos que siguen, en especial en plantas jóvenes, hay una zona de crecimiento activo o intercalar situada en la parte inferior del entrenudo, de menos de 0,5 mm. de ancho, en la cual se producen nuevos tejidos. Estos forman la zona de elongación, un anillo del entrenudo en que las células recién formadas se alargan, particularmente en sentido vertical; mide varios milímetros apenas, y es suave y carnosa. Es por esta zona donde es más fácil quebrar el tallo del maíz. Arriba de ella, y hasta el próximo nudo, en la parte superior, se encuentran los tejidos ya maduros del entrenudo. De esta manera el tallo de maíz puede incrementar rápido en longitud durante el período de crecimiento, pues cada entrenudo tiene un área activa de producción y elongación de tejidos.

Los entrenudos superiores son cilíndricos, aunque algunos presentan un surco lateral formado por el crecimiento de la ramilla que lleva la mazorca. En corte transversal (Fig. 14.1 B) se observa que la epidermis se forma de una capa de células muy pequeñas y de paredes gruesas. Debajo de ella hay bandas aisladas de esclerenquima o fibras, que alternan con bandas de parénquima de las que salen numerosos estomas. El resto del entrenudo se forma de dos clases de elementos: haces vasculares, que aparecen como cordones y fibras, y parénquima suave, esponjoso, que rodea a los haces. En los entrenudos el recorrido de los haces vasculares es vertical, pero al llegar a un nudo se agrandan, dividen o se dirigen en dirección horizontal. En los nudos casi sólo hay haces vasculares y muy poco parénquima y, por lo tanto, son mucho más duros y firmes que el entrenudo. Los haces al salir del nudo son delgados en la

zona de elongación; luego se engruesan en la parte dura del entrenudo. Sus ramificaciones y conexiones laterales hacen muy complicada la estructura del entrenudo.

El haz vascular de los tallos (Fig. 14.1C) se forma de una vaina de esclerénquima, de forma elíptica, cuyo eje mayor sigue aproximadamente la dirección de los radios del tallo. Hacia los extremos de ese eje hay dos cordones más gruesos de esclerénquima. El floema y el xilema están uno al frente del otro: el floema hacia la parte externa, el xilema en dirección a la médula, con 3 a 5 vasos grandes y espacios vacíos o lagunas. El centro del haz contiene parénquima que rellena los espacios entre los grandes vasos o los tubos cribosos del floema. El haz tiene en su extremo interior otro cordón de esclerénquima, por lo general más grande que el primero. La función principal de los haces vasculares es la conducción hacia arriba o abajo, de agua y sustancias nutritivas obtenidas del suelo o elaboradas en las hojas. Su función como elementos de sostén es secundaria; son las capas externas del tallo, muy lignificadas, las que forman el soporte principal del tallo.

Hojas

La hoja del maíz, como las de otras Gramíneas, está constituida de vaina, cuello y lámina (Fig. 14.1 D). La vaina es una estructura cilíndrica, abierta hasta la base, que sale de la parte superior del nudo. Se forma de tejidos duros, pues los haces vasculares paralelos la recorren en toda su extensión. En las plantas jóvenes, cuando los entrenudos aún no se han alargado y son demasiado suaves, las vainas de las hojas se recubren una a otra y dan sostén a la planta. El entrenudo maduro, por lo general, sobrepasa la longitud de la vaina.

El cuello es la zona de transición entre la vaina envolvente, y la lámina abierta. En él se halla la lígula, una membrana transparente, de posición vertical,

como una continuación de la vaina, de 2 a 4 cm. de largo, que pronto se divide en lengüetas irregulares. No se conoce la función de la lígula; se ha dicho que ayuda a evitar que el agua de lluvia que corre por la lámina penetre en la vaina, o que evita la transpiración de la vaina hacia el exterior. Por lo común aparece llena de polvo o fragmentos vegetales, que son recogidos por la lámina. En el cuello de la hoja hay también una zona de crecimiento, más delgada y clara que el resto de la lámina. Esta área está formada por tejidos suaves y cuando la hoja madura con frecuencia hay un colapso de ellos, y se forman agujeros por los que se dobla la lámina hacia abajo.

La lámina es una banda angosta y delgada, hasta de 1,5 m. de largo por 10 cm. de ancho, que termina en un ápice muy agudo. El nervio central está bien desarrollado, es prominente en el reverso de la hoja y cóncavo en el lado superior. Los nervios secundarios son numerosos, paralelos al principal y prominentes en ambas caras.

La epidermis, tanto de la cara superior como de la inferior, se compone de una sola capa de células. Vistos por encima los tejidos epidérmicos aparecen como bandas longitudinales, paralelas y constituidas por elementos diferentes. La primera banda contiene los estomas; en ella hay células rectangulares, cuadradas o en forma de media luna. Los estomas tienen una forma típica, y se presentan en filas o aislados. La segunda banda está constituida por células cortas, colocadas encima o debajo de los haces vasculares; a veces forman filas uniformes, otras veces están separados por otras células más pequeñas, unas en forma de media luna, otras rellenas con sílice. La tercera banda, de 2 a 5 filas, la forman las células buliformes, que son mucho más grandes que las anteriores, transparentes y levantadas; al centro de la banda hay varias células motoras, cuya función es expandir la lámina cuando están llenas de agua, y doblarla cuando están secas. Actúan a modo de bisagra y permiten, al doblar la hoja, que

se protejan mejor los estomas y que la planta no pierda agua. Estas células sólo existen en la cara superior de la hoja, y están provistas de pelos cortos o tricomas (Fig. 14.1 E).

En corte transversal los haces vasculares aparecen de dos tamaños; los grandes ocupan todo el grosor de la lámina, están rodeados de una vaina de esclerenquima y alternan con 8 a 10 haces más pequeños. Entre la epidermis y los haces, el tejido de relleno o mesofilo, contiene células parenquimáticas con numerosos cloroplastos.

Inflorescencias

El maíz es una especie monoica, es decir, que en la misma planta hay flores pistiladas y estaminadas, en inflorescencias separadas. Esta característica del maíz hizo muy difícil, antes de que se conociera bien el mecanismo de polinización, explicar cómo las flores más visibles, o sea las de panoja, no producían semillas, y sí las mazorcas, que no tenían la apariencia de flores. La posición de las inflorescencias ha facilitado mucho los trabajos de mejoramiento por hibridación, pues es fácil remover las panojas y cubrir las mazorcas en la polinización artificial.

Inflorescencia estaminada

La panoja o inflorescencia estaminada ocupa el ápice de la planta; su eje central es la continuación del tallo y se ramifica en varias ramas laterales o espigas (Fig. 14.2 A). En ciertas inflorescencias hay ramificaciones terciarias, especialmente en las espigas basales. La espiga central es más gruesa, pues lleva más de 2 pares de espiguillas, mientras que en las laterales hay generalmente sólo 2 pares. En cada par de espiguillas hay una pedicelada, que ocupa una posición más alta, y otra sésil e inferior. Teóricamente, debe haber sólo un par de espiguillas en cada nudo de las ramas o espigas.

Flor estaminada

La espiguilla del maíz (Fig. 14.2B-C) se compone de 2 flores rodeadas por un par de hojas transformadas, las glumas, que al principio encierran por completo a la espiguilla. Adyacente a cada gluma hay otra estructura semejante, más corta, las lemas, y opuestas a éstas, las paleas. Arriba de las lemas y paleas está la verdadera flor, formada en este caso por 2 órganos laterales, los lodículos, 3 estambres fértiles y

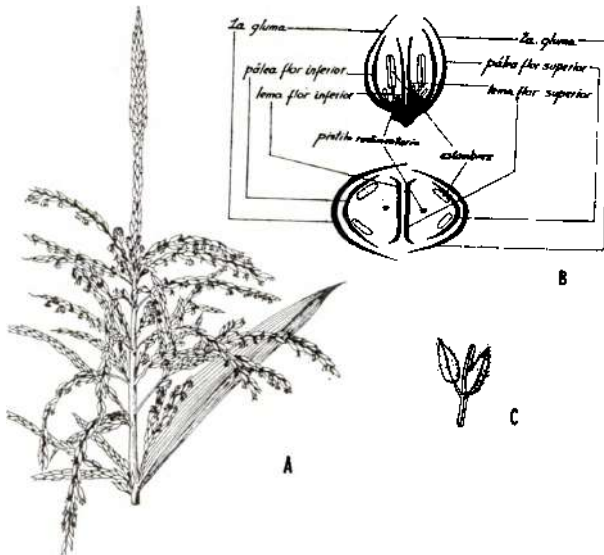


Fig. 14.2. *Zea mays*, maíz. A, panoja. B, flor estaminada, diagrama. C, par de espiguillas.

I pistilo rudimentario. Las flores son adyacentes, pues las paleas crecen contiguas.

Inflorescencia pistilada

Las inflorescencias pistiladas se forman de ramas laterales, de estructura similar al tallo central (Fig. 14.3 A). Estas ramas salen de un nudo y están cubiertas externamente por hojas. La diferencia fundamental entre estas ramas y el tallo es que en ellas los entrenudos son mucho más cortos, y que las hojas presentan ciertas transformaciones. En la rama lateral que lleva la mazorca las hojas tienen vainas muy anchas y láminas muy reducidas, llegando estas últimas en muchos casos, a desaparecer por completo. El eje o rama lateral tiene en la base hojas opuestas; en sus nudos inferiores a veces aparecen inflorescencias laterales, lo que determina en ciertos cultivares que en la misma rama lateral haya una mazorca terminal y varias laterales.

La mazorca o inflorescencia pistilada está formada de un eje cilíndrico en que van insertadas las espiguillas, en pares, siguiendo una espiral. En los maíces comerciales, las filas dobles aparecen en línea recta, tanto en sentido longitudinal como transversal. En muchos cultivares de las tierras altas, sin embargo, los granos no parecen estar ordenados en ningún sentido; sin embargo, mediante estudios anatómicos se ha comprobado que aún en estos casos los pares de espiguillas están igualmente colocados en espiral. El número de filas longitudinales de espiguillas debe ser siempre par, aunque se conocen algunos maíces en que se halla un número impar de filas. El número y regularidad de éstas, así como el tamaño y número de granos de la mazorca, se han incrementado notablemente mediante trabajos de mejoramiento genético.

Como en la inflorescencia estaminada, las espiguillas de la mazorca están colocadas en 2 pares. Sin embargo, de cada par sólo una espiguilla se desarrolla, de modo que las 2 flores fértiles quedan juntas y

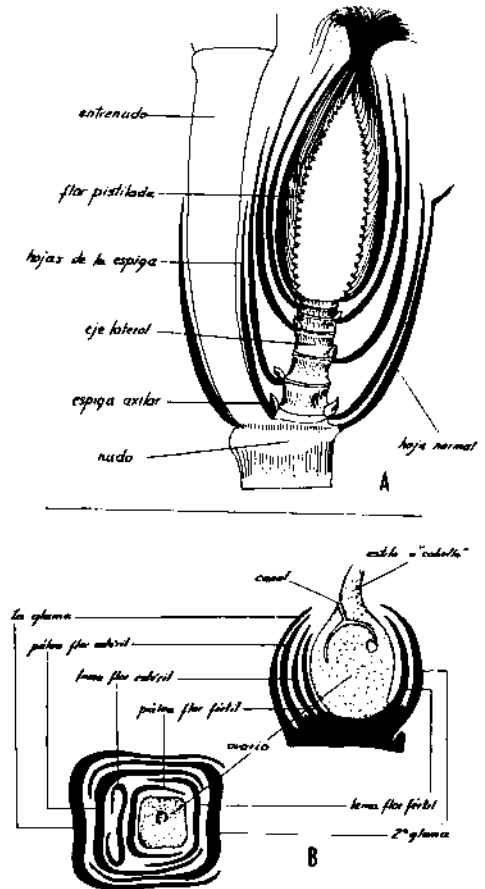


Fig. 14.3. *Zea mays*, maíz. A, espiga pistilada. B, diagrama floral.

forman los pares de granos que son fáciles de distinguir en las filas longitudinales de la mazorca.

Flor pistilada

La espiguilla pistilada (Fig. 14.3 B) está constituida, como la estaminada, por un par de glumas externas, 2 lemas y 2 paleas, pero están tan reducidas que aparecen en la mazorca madura como hojuelas muy delgadas, perceptibles sólo en la base del grano, que se sueltan fácilmente o quedan adheridas al eje de la mazorca. Como sólo una flor se desarrolla, sólo hay un gineceo, formado por un ovario

cuyas paredes están formadas por 3 carpelos indefinidos, y que lleva un sólo óvulo. Dos de esos carpelos se juntan arriba y forman el estilo, o pelo del maíz, y al unirse dejan en la parte inferior un canal que los separa y cuya función no se conoce. En la parte superior, el estilo es un cuerpo delgado, cilíndrico, que lleva normalmente 2 haces vasculares correspondientes a los 2 carpelos.

Biología floral

El polen madura poco antes de que salgan los estilos, pelos o cabellos y puedan ser polinizados. Las flores estaminadas se abren por la acción de los lodículos que se agrandan al absorber agua, empujando hacia afuera a las glumas y lemas, lo que permite la salida de las anteras. En éstas el polen sale por varios poros, y la totalidad de granos que produce una panoja normal se estima en más de 20 millones. Las primeras flores en abrirse son las situadas arriba de la mitad del eje central de la panoja; luego se van abriendo hacia arriba y abajo. En las ramas laterales, las espiguillas situadas cerca del ápice son las que se abren primero. Los granos de polen caen sobre un área considerable y pueden alcanzar los estilos, en cuya parte superior hay prolongaciones muy finas que los detienen. Los granos de polen germinan rápido y luego bajan por el pelo o estilo hasta el ovario.

Semilla

La semilla madura se compone esencialmente de dos partes: endosperma, que ocupa la mayor parte, y embrión (Fig. 14.4). Los tejidos externos forman el pericarpo, compuesto por varias capas de células, coloreadas o blancas, que en los maíces tropicales ofrece por lo común unos pocos colores básicos: blanco, diversos tonos de amarillo, rojo o púrpura. No hay en las regiones tropicales bajas la gran variación de color que caracteriza a los

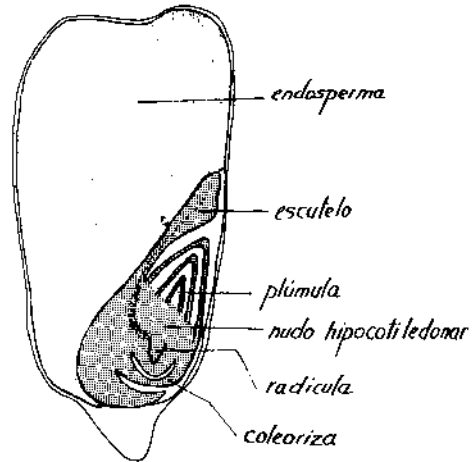


Fig. 14.4. *Zea mays*, maíz. Cariópsis.

maíces de las tierras altas de México o de los Andes. Debajo del pericarpo está la capa de aleurona, rica en proteínas.

El endosperma forma el 85 por ciento del peso seco del grano, y su constitución determina la estructura y valor alimenticio de los diferentes maíces. Estos se han clasificado por el tipo de almidón y su distribución en el endosperma. Esta clasificación, basada en un solo carácter, no puede ser satisfactoria, pero se sigue usando corrientemente al referirse a las semillas. Se dice que un maíz es de granos córneos (*indurata*), cuando el endosperma es translúcido y duro en la parte superior de la semilla. En los maíces harinosos (*amylacea*), los granos de almidón son más sueltos y redondos en todo el grano. En otros tipos, como los maíces duros y reventadores (*evarta*), hay en la parte superior del grano una zona de endosperma córneo, por lo que la cara superior de la semilla es dura y convexa. En los maíces dentados (*indentata*) falta el endosperma duro, y la parte superior es suave y hundida. En los maíces cerosos el endosperma es translúcido, lo que ocurre en los llamados maíces dulces (*saccharata*). El color del endosperma en los maíces tropicales puede ser blanco o amarillo; este último es de mayor valor nutritivo.

El valor principal del maíz, como alimento, está en ser una magnífica fuente

de energía; contiene además proteínas, 8 a 9 por ciento del peso seco; aceites, 3 a 4 por ciento; fibras, 2 por ciento; cenizas, 1 por ciento.

Origen y afinidades del maíz

El origen del maíz ha sido discutido intensamente y aún no se ha encontrado una explicación satisfactoria. Hoy se acepta, en general, que es de origen americano; que tiene afinidad con los teocintes, *Euchlaena mexicana* y *E. perennis*, y los *Tripsacum* de América, y con *Coix* y otros géneros de Asia. No existe acuerdo, sin embargo, en la relación que pueda existir entre los tres géneros americanos, *Zea*, *Euchlaena* y *Tripsacum*. El pariente más cercano del maíz, el teocinte, es una planta anual que crece desde México hasta Nicaragua; tiene mucho de parecido en las panojas terminales y las pequeñas mazorcas, con envolturas semejantes a las del maíz, de las que sobresalen los estilos, como los cabellos o pelos de esa última especie. Sin embargo, estas apariencias son superficiales: en la panoja no hay como en el maíz un eje central más grueso, y las inflorescencias pistiladas son ramas laterales con varias inflorescencias secundarias, rodeadas cada una de brácteas, con espiguillas que llevan una sola fila de flores. Las espiguillas van en posición alterna en el eje; sólo una de ellas se desarrolla, y cuando maduran se separa una de otra con la porción correspondiente de raquis. Uno de los hechos más importantes es que *E. mexicana* se hibridiza naturalmente con el maíz; ambas tienen el mismo número de cromosomas ($2n=20$) y en ciertos lugares de México en que el teocinte crece como maleza en los maizales, se han reportado casos auténticos de hibridación natural. También se han hecho cruzamientos artificiales. En ambos casos los híbridos resultantes son fértiles.

En el género *Tripsacum* hay cerca de 10 especies, distribuidas por toda América, con una concentración mayor en México y Guatemala. Son plantas perennes, con

inflorescencias simples o de varias ramas; en cada una de éstas las espiguillas estaminadas ocupan la parte superior y las pistiladas la porción basal. Como en el maíz y los teocintes, las espiguillas estaminadas están en pares, pero normalmente sólo una de ellas se desarrolla. Los *Tripsacum* son muy comunes en México y Guatemala, cerca de los maizales; no se conoce, sin embargo, ningún caso de cruzamiento natural con maíz. Sí se han cruzado artificialmente mediante técnicas especiales de polinización y el cultivo de los embriones en medios nutritivos. Esto revela que la afinidad es mucho menor que en el caso del teocinte.

Teorías generales sobre el origen del maíz

La presencia en América de dos géneros de la misma tribu que el maíz, y la de ciertas mutaciones raras en éste, han dado lugar a tres sistemas de teorías.

Las primeras asumen que el maíz se deriva del teocinte por mutaciones sucesivas, o que proviene de tipos primitivos como el maíz tunicado, que se caracteriza por tener cada grano cubierto por las brácteas de la espiguilla. El maíz tunicado puro no produce semilla, y hoy se considera, más bien, como una forma aberrante. Se conoce tanto en Norte como en Sur América.

Otra teoría planteada hace algunos años, asume que el maíz se originó de una forma silvestre tunicada, que existía y aún puede existir en Sur América; que ese maíz fue llevado por el hombre de Sur América a Centro América, en donde se cruzó con *Tripsacum*, dando origen al teocinte; este cruce se realizó en épocas relativamente recientes que, según esta teoría, se estiman alrededor de 900 años después de Cristo. Además que del contacto con *Tripsacum*, se formaron también ciertos tipos de maíces de características diferentes, que constituyen la mayoría de las razas de Centro y Norte América. Esta última parte de la teoría atri-

buye al aporte del *Tripsacum* una serie de caracteres muy importantes agrónomicamente, como las filas rectas; cierta clase de endosperma; firmeza de la mazorca y otros. La teoría es muy complicada, y al señalar a Sur América como la zona de origen del maíz, adoptó una posición muy diferente de la tradicional, que asumía que el maíz era originario de México y Centro América, como lo son sus familiares más cercanos, los teocintes y *Tripsacum*, y dio también al factor humano una importancia enorme en la formación de esta especie.

Un tercer grupo de teorías asume que el maíz, teocintes y *Tripsacum* vienen de un antecesor común, muy remoto y extinguido, y que en su evolución han seguido en algunos casos, tendencias paralelas, fenómeno que es muy corriente en otras plantas, y que se expresa como una similitud en la estructura de sus órganos o de los procesos fisiológicos.

Aportes históricos

Los aportes históricos del origen del maíz son muy fragmentarios, pero constituyen muy buena evidencia. Pueden cambiar radicalmente las ideas sobre origen y domesticación, conforme se hacen nuevos descubrimientos.

Los vestigios más antiguos de la existencia de maíz son restos de polen fósil encontrados en la ciudad de México, de 70 a 90 m. de profundidad, cuya edad se estima en unos 80.000 años. Se encontró también, en el mismo lugar, polen de teocinte y *Tripsacum*. La fecha citada es muy anterior a las admitidas hasta el presente para la presencia del hombre en América y refuerza la idea de que estos tres géneros pudieron originarse en México.

Los restos de maíz más antiguos se hallan en Norte América, de edades que fluctúan entre 5.000 a 6.000 años. No sólo estos maíces son muy antiguos sino que la estructura de las mazorcas revela diferencias considerables con los maíces actuales. El tamaño de algunas de ellas es

apenas de 2 cm. de largo, con filas bien formadas de granos pequeños, que parecen ser tunicados. Las mazorcas más pequeñas se hallan en los pisos inferiores de cavernas en el centro de México, que estuvieron habitadas por muchos siglos; conforme se avanza hacia niveles superiores se observa un aumento en el tamaño de las mazorcas. En Sur América las pruebas arqueológicas indican fechas más recientes, menores de 3.000 años, y la presencia desde el comienzo de tipos más avanzados que los maíces primitivos de Norte América. Los maíces suramericanos, encontrados en la costa del Perú, fueron precedidos de una agricultura sin maíz, basada en el cultivo de frijoles y calabazas.

La posición actual, basada en los estudios genéticos y pruebas históricas, tiende a reforzar la hipótesis de que el maíz y sus afines se originaron de un tronco común, y evolucionaron separadamente en las tierras altas de México y Centro América, de donde el hombre prehistórico los distribuyó hacia el sur y norte, haciendo una selección tan activa que creó muchas razas diferentes.

Los maíces primitivos, como los encontrados en las cuevas de Tehuacán en el centro de México, tienen mazorcas diminutas de 1 a 3 cm. de largo, con pocas filas de granos y flores de ambos sexos en la misma espiga, las estaminadas en la parte superior. Cada grano está cubierto por glumas pequeñas, y sólo muy pocas hojas cubrían toda la mazorca. Los maíces modernos, en cambio, tienen mazorcas 10 ó más veces mayores en volumen y llevan 8 ó más filas de granos; carecen de flores estaminadas y están cubiertas uniformemente por hojas numerosas. En cambio los granos individuales tienen glumas muy pequeñas.

Razas de maíz

El concepto que predomina actualmente es considerar el maíz como una especie muy polimorfa constituida por razas geográficas, o sean poblaciones de poliniza-

ción abierta con determinada área de distribución, y de características morfológicas resultantes de mutaciones, aislamiento geográfico y selección. No hay aún un estudio en conjunto de las razas geográficas de toda América, pero se conocen en detalle las de los principales países.

Lo que aún no se conoce es cómo el maíz pudo evolucionar de las formas primitivas que se encuentran en el centro de México (Tehuacán) hasta los tipos actuales. Las primeras difieren no sólo por su tamaño diminuto, como por su estructu-

ra, pues tienen flores de ambos sexos en la misma espiga, las estaminadas en la parte superior. Además cada grano está cubierto por glumas. Es posible que la hibridación y la selección cultural tuvieran algo que ver en la evolución del maíz, pero también se ha sugerido que fue posiblemente una mutación génica, de efecto pleiotrópico, lo que cambió el maíz de mazorcas pequeñas y granos tunicados, a los tipos de porte alto, cuyas mazorcas grandes con granos de glumas minúsculas, están protegidas por muchas hojas transformadas.

ARROZ, *Oryza sativa*

Sistemática

En el género *Oryza*, al cual pertenece el arroz, se reconocen unas 24 especies, todas tropicales. El mayor número de ellas se concentra en África Central; otra área importante en especies silvestres es Malasia y Filipinas. En América hay cinco cuyos progenitores, se supone, llegaron de África. Sólo una especie silvestre, *O. perennis*, se halla en Asia, África y América.

El arroz cultivado pertenece a dos especies; la más corriente, *Oryza sativa*, es de origen asiático; la segunda, *O. glaberrima*, del oeste de África (Fig. 14.5).

Para explicar el origen de los arroces cultivados se han planteado dos hipótesis: que ambas especies descienden de un tronco común, siendo la especie básica *O. perennis*, la cual tiene variedades muy diferentes de las cuales podrían derivarse los arroces cultivados. Esta hipótesis se tiende a descartar hoy día, aunque se admite que el antecesor de *O. sativa* pudo ser una variedad de *O. perennis*. No se admite actualmente que *O. perennis* haya tenido participación en la formación de *O. glaberrima*.

La segunda hipótesis, de que las dos especies tienen origen diferente, es más aceptada actualmente. Así *O. sativa* descendería de *O. perennis*, y *O. glaberrima* de una especie africana, silvestre en las mis-

mas áreas en que crece esta última, llamada *O. breviligulata*. La especie cultivada africana está restringida a las zonas húmedas de Guinea. Se conocen de ella muchos cultivares, que presentan líneas de variación semejantes a las del arroz común. Este va reemplazándola lentamente aún en su habitat natural. *O. glaberrima* fue introducida en Guayana hace largo tiempo, y es posible que algunos de los cultivares brasileños pertenezcan a esta especie.

Un problema relacionado con el origen del arroz cultivado de la especie *O. sativa*, lo constituyen los arroces malezas del Oriente. Estos, llamados fatuoides o spontanea, son tipos silvestres anuales, tan difíciles de distinguir de los verdaderos arroces que su separación sólo puede hacerse en la época de floración. Su presencia en los arrozales en India, puede reducir a la mitad los rendimientos por área. Los arroces malezas se cruzan continuamente con los tipos cultivados, y sus híbridos son por lo común fértiles. Se ha supuesto que de ellos desciende la especie *O. sativa*, por selección de tipos de panículas más grandes y compactas, con espiguillas que no se sueltan. Otra hipótesis sostiene que los arroces malezas pertenecen a *O. sativa*, que son tipos primitivos que el hombre a menudo protege y recoge, como sucede actualmente en India. También se asume

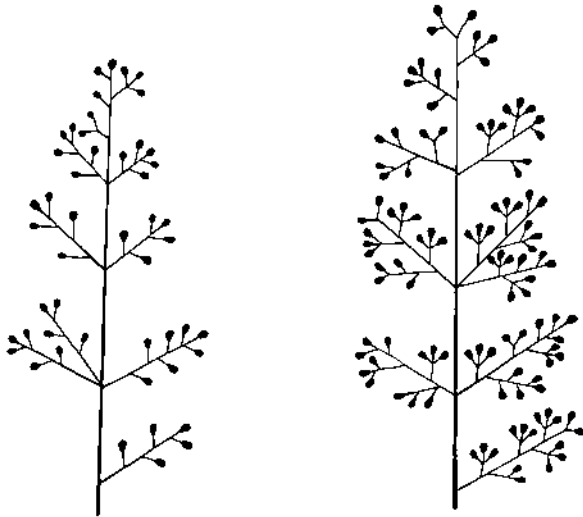


Fig. 14.5. *Oryza glaberrima* y *Oryza sativa*, arroz. Diagrama de las inflorescencias.

que estos híbridos pudieran pertenecer a la especie *O. perennis*, pues algunos de ellos tienen los rizomas característicos de esta última, o que en conjunto forman una especie intermedia, *O. rufipogon*.

Domesticación

La domesticación del arroz debió ocurrir independientemente en Asia y África. En el Sureste de Asia el cultivo del arroz es muy antiguo y quizás esta especie es una de las primeras domesticadas por el hombre. El centro de domesticación pudo ser la región indochina y las grandes islas adyacentes (Filipinas). Formas de *O. perennis*, con cierto tipo de grano e inflorescencia, suplieron el material básico, escogido y seleccionado tanto para el cultivo húmedo como de secano. En las áreas húmedas de los deltas pudieron establecerse los primeros jardines, con tipos de semillas no caedizas y de crecimiento anual. El cultivo se extendió primero hacia India, luego a Persia y África. En Europa era ya conocido en el siglo tercero antes de Cristo por los soldados de Alejandro Magno, pero fue hasta el siglo séptimo después de Cristo que se estableció su cultivo en los países del Mediterráneo. A América llegó poco después de la Conquista, procedente del sur de España.

Del área original fue llevado primitivamente también a China y luego a Japón. En estos países se efectuaron cambios profundos en la estructura de la especie, cuyo resultado ha sido la formación de cultivares adaptados a los subtrópicos, los cuales constituyen un grupo diferente.

Morfología general

El arroz es una especie muy variable. Se conocen por lo menos 2.000 cultivares y por lo tanto sus caracteres morfológicos generales son difíciles de precisar.

Es una planta de suelos húmedos, de estructura adaptada a esas condiciones. La plántula desarrolla órganos primarios, raíz y hipocótilo, de corta duración. El desarrollo del sistema radical secundario y de los tallos aéreos varía mucho según el cultivar, y depende primero de factores hereditarios y segundo, del ambiente. Un tipo de arroz de cultivo húmedo, por ejemplo, tiende a formar el mismo sistema de raíces si se planta en secano.

Sistema radical

La raíz primaria es de corta duración, pues sostiene a la semilla y la nutre por pocas semanas. Una vez formado el tallo,

de los nudos inferiores salen raíces adventicias permanentes, que son al principio blancas y suaves, cubiertas de pelos absorbentes, y luego se tornan lignificadas, pardas y duras. Cuando la planta inicia la florescencia las raíces comienzan a secarse y su número se reduce considerablemente. Las raíces adventicias se ramifican mucho. Su número, disposición y longitud varían según el cultivar. Forman una cabellera densa, con tendencia a distribución superficial, lo que puede ser afectado por las condiciones del suelo y las prácticas de cultivo.

Las raíces del arroz tienen estructura semejante a la de muchas plantas acuáticas, pero difieren de éstas en tener muchos pelos absorbentes. La epidermis se compone de una sola capa de células más o menos cilíndricas, de las cuales salen los pelos absorbentes, que aún secos siguen adheridos a la raíz. La epidermis tiene vida corta, pues se abre y desaparece. Los tejidos corticales están constituidos en primer lugar por la exodermis, una capa de células prismáticas, que reemplaza a la epidermis como cubierta externa de la raíz. También desaparece con frecuencia y es entonces el cilindro de esclerenquima, que está inmediatamente debajo de ella, el que protege la raíz. Este cilindro se forma de una capa de células de paredes gruesas, que forman una aislación excelente a los movimientos de agua hacia dentro o fuera de la raíz. La parte central de los tejidos corticales es la que ocupa el mayor volumen. Se compone de muchas capas de parénquima uniforme, llenas de agua, que en las raíces jóvenes forman una unidad compacta, pero que conforme se desarrolla la planta se separan por espacios aéreos. Estas cámaras de aire son típicas de las plantas que crecen en suelos húmedos o inundados, y tienen una función importante en la respiración de las raíces. Conforme éstas avanzan en edad (Fig. 14.6 A) los espacios aéreos se hacen más grandes, a expensas de las células que son destruidas, hasta que al final sólo quedan filas simples o dobles de células, como los radios de una rueda,

que unen la parte central de la raíz con la periferia. Hacia el centro, los tejidos corticales terminan en unas pocas capas de células. La endodermis se forma de un estrato de células alargadas en sentido tangencial, que en las raíces viejas tienen paredes engrosadas. El cilindro central, limitado por la endodermis, lo constituyen una capa de células externas, el periciclo, y un anillo de haces vasculares formados de floema y xilema. El xilema, en 4 a 6 cordones, se caracteriza por vasos muy grandes hacia el centro y más pequeños hacia la periferia, que alternan con las masas de floema. Esta parte central de la raíz se forma de tejidos suaves al principio, que luego se endurecen hasta formar un núcleo duro en las raíces viejas.

Tallo

El tallo como en las demás Gramíneas, está dividido por nudos. El nudo inferior es muy importante en el arroz, pues de él salen las raíces adventicias que fijan y alimentan permanentemente a la planta, y los brotes aéreos o tallos, que forman la macolla. De los nudos que siguen hacia arriba también brotan otros tallos laterales; el tamaño final de la planta, dado por el número de cañas, de 10 a 20, es también un carácter varietal. El crecimiento es similar en todas las cañas de una planta; los entrenudos inferiores son más cortos; los bajos e intermedios más largos, y los superiores otra vez más cortos. Los entrenudos tienen en la parte inferior una zona de elongación, en cuya base se forman nuevos tejidos, los que al desarrollarse determinan el alargamiento de los tallos.

El aspecto externo del tallo: brillo, color, superficie ondulada o lisa, varía en los diferentes cultivares. El tallo aéreo del arroz es sólido al principio, pero al desarrollarse desaparece la médula en los entrenudos.

En la estructura del entrenudo (Fig. 14.6 B) se distingue primero la epidermis, una capa de células de paredes externas,

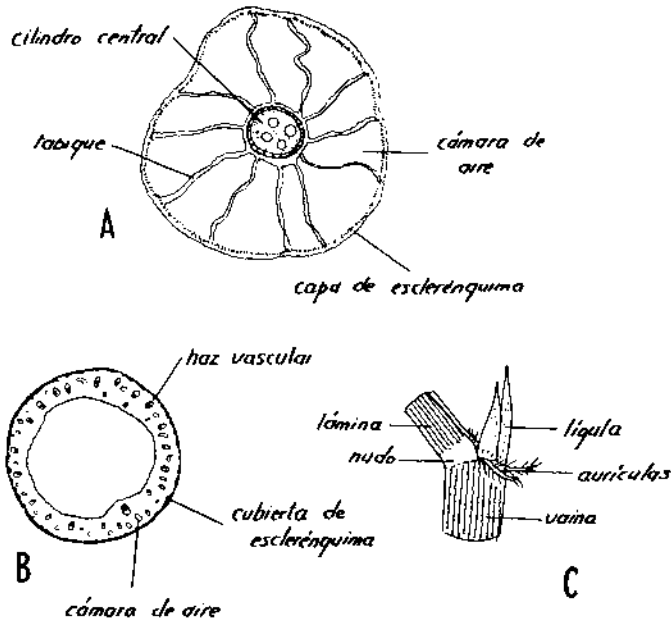


Fig.14.6. *Oryza sativa*, arroz. A, corte transversal de una raíz vieja. B, corte transversal del tallo. C, cuello de la hoja.

gruesas y por lo general cóncavas. Los tejidos corticales están reducidos a unas pocas capas de células de paredes delgadas en los tallos jóvenes, que engruesan en la madurez y llegan a constituir bandas esclerenquimatosas, que forman el soporte principal de los tallos. En las plantas viejas son frecuentes, hacia la parte interna, las cámaras de aire. Los haces vasculares están situados en dos círculos; el externo con haces pequeños y el interno de haces más grandes. El sostén de estos haces, destinados al transporte de agua y nutrimentos de las hojas a las raíces y viceversa, se hace por bandas de fibras duras o esclerenquima, que los rodean. En el arroz los tallos desempeñan también una función de reserva; las hojas son de poca duración y la planta almacena almidón en las células corticales de las cañas.

Hojas

Las hojas del arroz, de posición alterna, se forman de vaina, cuello y lámina. La vaina es una estructura cilíndrica, abierta

hasta la base, que sale de la parte superior del nudo (Fig. 14.6C). En los entrenudos inferiores no sólo los cubre sino que envuelve también las bases de las hojas; en los entrenudos superiores, en cambio, es más corta y abierta. En corte transversal la vaina aparece como una estructura en media luna, de bordes irregulares. La parte central es mucho más amplia y saliente. Hay haces vasculares grandes, esparcidos en la cara externa y otros más pequeños en la interna. La vaina se angosta hacia el extremo superior y su parte central se engruesa para continuar en la lámina, aurículas y lígula. Esta región tiene en muchas variedades áreas de color púrpura o rojo.

La lígula del cuello de la hoja aparece como una prolongación de la parte superior de la vaina. Es una estructura triangular, hasta de 2 cm. de largo, membranosas, transparente. En algunos cultivares tiene áreas coloreadas, y carece de los pelos y estomas que se hallan en la vaina. En el cuello hay también dos aurículas, estructuras finas, de forma triangular, an-

gostas, con el ápice muy oscuro, cubierto de pelos unicelulares muy largos, gruesos y transparentes. Las aurículas están situadas a los lados de la lígula y, por lo común se caen, pues son muy quebradizas y no resisten la menor presión. Algunos cultivares de arroz carecen del todo de aurículas. Si tienen color éste es igual al de la vaina; en ciertos tipos la vaina es coloreada y las aurículas transparentes.

La lámina en la hoja del arroz es angosta, muy aguda al ápice, cerrada desde éste hasta la mitad, con el nervio central bien marcado y nervios paralelos menores. La superficie, especialmente la superior, es dura e irregular. Los bordes fuertes, engrosados y duros, aserrados en la mitad superior. La coloración varía mucho según el cultivar, desde verde amarillento hasta púrpura oscuro.

La forma y estructura de la lámina está dada por la clase, número y distribución de los haces vasculares. Estos son de dos tipos: grandes y aislados, pequeños y en grupos. Partiendo del nervio central hacia el borde, se encuentran primero de 2 a 3 nervios o haces pequeños, separados uno de otro por áreas reducidas. Luego un nervio o haz grande, después 4 haces pequeños, y finalmente un haz grande, cercano al margen. Los haces vasculares se componen de grandes vasos de xilema colocados hacia la cara superior de la hoja y cordones de floema, de área mucho menor, hacia la faz inferior. Los haces terminan, en ambos casos, en grupos de células engrosadas, con clorofila, que llegan hasta la epidermis. Como el tejido de relleno o mesofilo, es suave y está dispuesto alrededor de los haces, éstos determinan la superficie irregularmente ondulada de la hoja. En las depresiones que dejan los haces en la cara superior, se hallan los grupos de células buliformes, las cuales tienen paredes delgadas y actúan a manera de bisagras: cuando las células se llenan de agua abren la lámina de la hoja, al descargarla la encogen y cierran.

La epidermis de la lámina se forma de diversos tipos de células; vistas a lo largo de los nervios se distinguen a partir de

éstos, primero células llenas de sílice, muy angostas; luego bandas de células largas, con los bordes en zigzag. De estas células salen a veces espículas, pelos cortos y duros, que contribuyen a darle una característica irregular y dura a la lámina.

Inflorescencia

La inflorescencia del arroz (Fig. 14.7 A) aparece al ápice del tallo, protegida por una hoja terminal, más corta y ancha que las inferiores. El raquis de la inflorescencia es la continuación del tallo y como éste, tiene células con clorofila en los tejidos externos. El raquis no es cilíndrico sino de lados planos, según la inserción de sus ramificaciones. Los nudos son sólidos, y los entrenudos, como en el tallo, vacíos al centro. El raquis lleva ramificaciones primarias o raquillas; éstas se ramifican a veces en ramillas secundarias. Sobre las raquillas y ramas secundarias van las espiguillas.

Teóricamente una espiguilla de arroz se compone de 3 flores (Fig. 14.7 B). La última es la única fértil. Las 2 inferiores están representadas por órganos vestigiales. Las envolturas florales en ambos tipos, fértiles o estériles, están formadas por glumas y lemas. En las flores estériles las glumas están representadas por unas prominencias en el pedúnculo, y las lemas por 2 estructuras que se hallan en la base de la flor fértil, y que por lo común son más cortas que las envolturas de ésta, aunque en ciertos cultivares llegan a alcanzar el mismo tamaño.

La espiguilla fértil se forma de una lema o glumela inferior, una estructura en forma de quilla, con 5 nervios longitudinales, el central más desarrollado, que forma la quilla, 2 medianos y 2 externos cerca de los bordes. La lema es dura, de superficie áspera por las numerosas espículas que lleva, y termina a veces en un ápice agudo o en una arista que puede llegar a medir hasta 2 cm. de largo. Opuesta a la lema y un poco hacia arriba está la palea, de forma semejante, pero con sólo 3 nervios, sin quilla y sin arista.

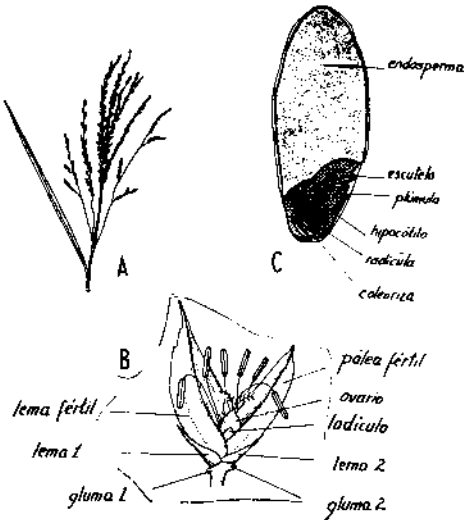


Fig. 14.7. *Oryza sativa*, arroz. A, inflorescencia. B, flor. C, cariopsis.

La flor propiamente dicha se compone de los lodículos, 2 cuerpos carnosos colocados en la base de las glumas, que representan el perianto y cuya función es contribuir a la apertura de las envolturas de la espiguilla. La flor fértil tiene 6 estambres, de filamentos largos y anteras muy móviles. El gineceo se forma de un ovario esférico u oblongo, terminado en 3 ramas estigmáticas, una de ellas muy pequeña, las otras 2 bien desarrolladas y cubiertas de papilas. El ovario contiene sólo un óvulo.

Biología floral

En la inflorescencia del arroz o panícula, las flores superiores se abren primero. La longitud de tiempo entre la apertura de la primera a la última flor varía de 1 a 8 días, según el cultivar y las condiciones de ambiente. Cada flor individual se abre por 5 a 60 minutos, según la humedad y temperatura ambiente, generalmente en las primeras horas de la tarde. Por lo común cuando una flor de arroz se abre ya está polinizada, y su fecundación, o sea la entrada del gameto mas-

culino en el óvulo, ocurre una media hora después de que el grano de polen ha caído en el estigma. La polinización cruzada no ocurre normalmente en más del 1 por ciento. Como la apertura de las flores y la duración de la antesis dependen mucho de condiciones ambientales, no son raros los cruzamientos entre cultivares diferentes.

Para la polinización artificial del arroz se ha tenido que recurrir a técnicas especiales. Una de ellas consiste en enfriar con agua helada, el polen de las flores que se van a fecundar, lo cual no afecta los estigmas, y aplicar a éstos el polen de otras flores; otra es promover la apertura de las flores mediante el calor, y al salir los estambres cortar las anteras, y aplicar a los estigmas aún no polinizadas, el polen de otra planta.

Fruto

La cariopsis del arroz está cubierta por las envolturas permanentes, lema y palea, que la envuelven por completo. La semilla se forma de integumentos, embrión y endosperma, el cual ocupa el mayor volumen (Fig. 14.7 C). Los integumentos del óvulo forman una película muy fina que rodea la semilla. Esta película externa o pericarpo, se forma de tres tejidos diferentes, y contiene varias capas de células ricas en aleurona. Las últimas constituyen por su contenido en proteínas, grasas y minerales, junto con el embrión, la parte más importante de la cariopsis, desde el punto de vista nutritivo. Ciertas vitaminas, y en particular la vitamina B, están también contenidas en las envolturas. Cuando el arroz se pule, para darle un tono blanco uniforme, se pierde la mayor parte de esos elementos nutritivos. Se conocen varios procesos para evitar esa pérdida y hacer del arroz un alimento mejor balanceado.

El endosperma se forma casi sólo de parénquima relleno de almidón. Presenta, por lo común, una mancha blanca hacia el centro, y es transluciente en el resto:

este carácter puede cambiar en ciertos cultivares.

El embrión ocupa el extremo inferior, en el lado ventral de la semilla, opuesto a la lema. Es frecuente que este cuerpo se remueva cuando se realiza una pulida intensa del arroz. El embrión es rico en proteínas, vitaminas y minerales.

Plántula

El embrión del arroz se forma de plúmula y radícula, unidos en un hipocótilo corto. El escutelo, que representa el cotiledón, ocupa gran parte del área superior del embrión. La semilla madura de arroz puede ser de germinación inmediata o necesitar un período de descanso. Del germen brota por una parte la plúmula que lleva los primordios de las hojas y el hipocótilo en la base, y la radícula, que es de corta duración. En el grano aparecen en el momento de germinar y en la parte externa del área embrional, unos pelos blancos muy finos, cuya función probable es absorber agua del suelo. Al crecer el tallo, de los entrenudos brotan las raíces adventicias que formarán el sistema radical permanente.

Variabilidad

En un cultivo tan antiguo como el arroz, los miles de cultivares conocidos han resultado de la interacción del proceso natural de evolución y de la conservación de esas variaciones por el hombre. Aunque no puede descartarse la posibilidad de hibridación, en el arroz han sido las mutaciones la fuerza que ha determinado la innumerable cantidad de cultivares, pues cada uno de esos pequeños cambios es capaz de formar un cultivar diferente. El hombre ha conservado muchos de ellos, por conveniencia o curiosidad; en Asia, particularmente, el cultivador de arroz aprecia como parte de su riqueza la abundancia de las formas mutantes. Por último los trabajos de selección en estaciones experimentales han incrementado considerablemente la riqueza varietal.

En el arroz cultivado se reconocen dos grandes grupos de poblaciones: *indica* y *japonica*. Algunas veces se consideran otros dos, *javanica* y *brevis*. Estos dos últimos grupos no son bien definidos, y pudieran derivarse del *indica*.

Los dos grandes grupos, llamados a veces subespecies, se diferencian en caracteres morfológicos y en su adaptación a condiciones ambientales de diferente temperatura y fotoperíodo. En *indica* la cariopsis es alargada, fina y la relación de largo a ancho de 3:1 a 3,5:1. Por lo común las espiguillas no son aristadas, y si hay aristas son cortas y suaves. La pubescencia es escasa en las hojas y las glumillas. Las panículas son poco compactas. El grano cocinado se mantiene intacto y se adhiere poco.

En *japonica* las cariopsis son más cortas, casi ovoides o esféricas, con una relación de largo a ancho de 1,5:1 hasta 3:1. Las espiguillas pueden ser o no aristadas, y tienen pubescencia bien desarrollada en el ápice; las panículas son compactas y densas. Los granos cocinados tienden a formar una masa.

Estos dos grupos han evolucionado de un tronco común. Los *indica* hacia las condiciones de alta temperatura y humedad en la zona ecuatorial; los *japonica* hacia los subtrópicos, de días más cortos y temperatura media baja. La diferenciación se ha ido haciendo tan marcada que ciertos cruces entre cultivares de ambas especies son infértiles.

De *indica* parecen derivarse los arroces *javanica* o *bulu*, caracterizados por tallos duros y erectos; panículas grandes con espiguillas aristadas y macollas con pocos tallos. Estos arroces requieren períodos largos para madurar y son poco sensibles a la longitud del día. Son típicos de las áreas ecuatoriales, con pocos cultivares conocidos.

Los tipos *brevis* no forman un grupo de distribución geográfica definida; se caracterizan por las cariopsis menudas, de unos 4 mm. de largo, casi esféricas. Un grupo similar ha sido denominado *brevindica*, y se diferencia de las poblaciones normales

de esa subespecie por sus cariopsis pequeñas.

Dentro de cada uno de los grandes grupos o subespecies de arroz se hallan variedades muy similares en características morfológicas o fisiológicas. Cultivares de una subespecie pueden crecer muy bien en los ambientes típicos de la otra. Por esas y otras razones, la clasificación de los arroces cultivados en los dos grandes grupos de *indica* y *japonica*, tiende actualmente a abandonarse.

Variación de caracteres

Los miles de cultivares de arroz no pueden agruparse en una clasificación que sea completamente satisfactoria. Cualquiera de los caracteres usados para identificarlos, como la longitud del grano, tienen una amplitud de variación que no permite emplearlos sino en forma muy general. Por otra parte, cultivares de formas parecidas pueden requerir para su desarrollo óptimo ambientes muy distintos.

Los arroces varían en porte desde erectos y compactos hasta los tipos flotantes, que viven en el agua, a veces hasta 3 m. de profundidad. Hay muchos tipos enanos. Otro carácter determinante del porte es el número y ángulo que forman los hijos o brotes basales. Los tipos compactos son recesivos, y es probable que las formas originales fueron de porte abierto.

El número de nudos por tallo es un carácter bastante constante en un cultivar. El color de los entrenudos varía mucho en los diferentes cultivares, desde verde uniforme hasta rojo oscuro, habiendo también tallos listados o manchados.

La forma de la hoja también varía considerablemente, así como la pubescencia, siendo el carácter veloso dominante sobre glabro. El color de las hojas, así como de otras partes de la planta, varía desde completamente verde hasta rojo uniforme; hay tipos de hojas manchadas, listadas, etc. La presencia de color, puede ocurrir en toda la hoja o sólo en una de sus partes (vaina, cuello, aurícula, lígula o lámina)

o en varias de estas partes. La distribución del color se debe a la acción independiente o conjunta de varios genes de efecto pleiotrópico.

Por su valor económico los caracteres de la panícula son los más importantes: la longitud es posiblemente el primer factor determinante del rendimiento; luego la densidad, expresada por el número de raquillas y de flores. La densidad varía desde panículas completamente abiertas, un carácter dominante que debió ser frecuente en los arroces primitivos, hasta compactas. Parece haber una relación directa entre panículas compactas y granos pequeños. Otro carácter importante es que la panícula salga completamente de la hoja que la envuelve, pues eso permite una maduración mayor y más uniforme.

El tamaño y forma de la flor varían mucho. Su coloración es por lo común verdosa al principio, y después puede adquirir tonos y manchas muy variadas de antocianina, que son definidas en la maduración. Los colores de la lema y la palea pueden ser uniformes o manchados sólo en el ápice; con rayas longitudinales o con manchas irregulares. Por lo común los nervios son verdes o de tono amarillo claro. Se ha indicado, sin mayor base experimental, que los arroces rojos son de producción baja.

La longitud de la arista es un carácter que presenta una variación amplia en el arroz. Hay desde cultivares que carecen de ella hasta otros en que está muy desarrollada. La carencia de aristas es un carácter recesivo. La presencia de ellas puede ser benéfica en lugares en que hay abundancia de pájaros, pues dificulta que éstos coman las semillas, pero es indeseable en el beneficio del grano.

La forma de la semilla y su tamaño constituyen los factores más corrientes para clasificar comercialmente el arroz. La longitud del grano varía entre 5 a 14 mm. Su forma está determinada por la relación entre la longitud y anchura; esta última varía de 1,5 a 2,5 mm. y puede indicarse que entre más largo el grano tiende a ser más angosto.

El color del grano de arroz está determinado por el pericarpo, pues en todos los cultivares conocidos el endosperma es blanco. El pericarpo puede ser blanco, que es el más corriente, desde tonos rojizos hasta un púrpura muy oscuro. El carácter rojo es dominante sobre blanco.

El color externo del grano de arroz tiene cierta importancia económica, pues en el comercio se prefieren los tipos blancos; en los coloreados al remover el pericarpo para dejar blanco y uniforme el grano, se remueven las capas de aleurona y los tejidos externos del endosperma en que están concentrados los elementos nutritivos más valiosos.

El endosperma puede ser de textura uniforme o tener en el centro, hacia el lado ventral, una mancha blanca. Este último caso es el de cierta importancia, pues el área blanca es más suave y los granos con este carácter tienden a quebrarse. En unos pocos cultivares el endosperma es glutinoso (se llama así aunque no contenga gluten), lo cual da al cocinarse un grano pegajoso, que tiende a formar una masa; este carácter es recesivo.

La caída de los granos es una característica de gran importancia económica, que depende en primer lugar de condiciones ambientales, como nutrición, riego y otros. Se ha determinado que la intensidad de la caída está asociada con la forma de los granos, entre más redondos más susceptibles a caer. El carácter caedizo del fruto es dominante. Esto ocurre también en los tipos primitivos de otros cereales, y en los arroces malezas.

Los objetivos del mejoramiento del arroz en los trópicos son la obtención de cultivares de alto rendimiento; de producción temprana; de buena reacción al abonamiento; resistencia a sequía, salinidad e inundación; grado bajo de caída de tallos; poca caída de grano; resistencia a enfermedades.

Los métodos utilizados han sido la selección por línea pura, que ha permitido obtener cultivares superiores. La hibridación constituye el método moderno más usado para conseguir tipos nuevos o mejorados.

SORGO, *Sorghum bicolor*

La utilización de los sorgos para grano, azúcar, forraje o materia prima para la industria, no es tan importante en los trópicos americanos como en Asia y África o en las regiones subtropicales de Estados Unidos.

Los factores que limitan un uso más intenso de los sorgos en América tropical son por una parte, la presencia de otras especies productoras de granos y forrajes, y la escasez de áreas de baja precipitación en que el sorgo puede competir con otros cultivos.

Sistemática

El género *Sorghum* incluye especies silvestres y cultivadas. Las primeras se hallan en los trópicos de África, Asia y América. Entre las segundas, un grupo infragené-

rico, llamado *Eusorghum*, de origen africano incluye dos secciones: *Halepensis*, que son plantas perennes, rizomatosas, poliploides, en la que se incluye varios tipos utilizados para forraje, y *Arundinacea*, en que están los verdaderos sorgos, anuales y diploides.

En la clasificación de los sorgos de grano hay dos criterios: según el primero todos los cultivares pertenecen a una sola especie, que se debe llamar *Sorghum bicolor*, por ser el nombre más antiguo; *Sorghum vulgare*, usado comúnmente, pasaría a ser un sinónimo. Este criterio tiene como soporte el hecho de que aún cuando existen grandes diferencias en forma, tamaño, características de inflorescencia y crecimiento, como se puede notar si se compara 'Feterita' con los sorgos para escoba, no existen obstáculos dentro de todo el grupo a la hibridación intervarietal. Se-

gún este criterio la especie sería una, y dentro de ella se incluirían todos los tipos cultivados y silvestres con 20 cromosomas.

Otro criterio considera que bajo el nombre común de sorgo se incluyen varias especies diferentes. Las más importantes serían: *Sorghum roxburghii*, shallu de India y China, cultivada por su grano; *S. nervosum*, kaoliang, que constituye un cultivo muy importante para grano en Manchuria; *S. dochna*, una de cuyas variedades, *technicum*, es el sorgo para escobas más difundido, India; *S. bicolor*, 'White Mammoth', para grano y forraje, India; *S. caffrorum*, incluye kefir y hegari con muchas otras variedades para grano y azúcar, Africa del Sur; *S. caudatum*, feterita y otras variedades de grano y forraje, Africa Ecuatorial; *S. durra*, para grano, Africa, India; *S. cernum*, durra, blanco, sorgos enanos de granos pequeños, Turquía, India; *S. subglabrescens*, millo, Africa, India. Dentro de estas "especies" es posible separar grupos afines: *caudatum-caffrorum*; *dochna-bicolor*; *cernum-durum*; *cernum-subglabrescens*, y otros.

Las especies de esta segunda clasificación, pueden considerarse más bien como selecciones de domesticación antigua, mantenidas en cultivo, dentro de las cuales se han ido seleccionando tipos para usos diversos: granos, azúcar, forraje, material para escobas.

La tendencia actual es más favorable al primer criterio, o sea a considerar que todos los sorgos forman una sola especie.

Morfología general

La mayoría de los cultivares de sorgo son plantas de macolla, formados por un tallo central que brota de la semilla, y de brotes que salen de los entrenudos basales. Hay unos pocos cultivares que no forman macolla. En otros ocurre que después de la floración, las yemas de los entrenudos superiores se desarrollan y forman ramas laterales cortas. La altura de los sorgos varía considerablemente; hay tipos enanos, de 0,5 a 1 m. de alto, y

gigantes, como ciertos sorgos de escobas que llegan hasta los 9 m. de altura.

El tallo central, como en las otras Gramíneas, se forma de nudos y entrenudos. Estos son más cortos en la parte inferior, y más largos hacia el centro; el último entrenudo, que lleva la inflorescencia, es el más largo. De cada nudo sale una hoja, en posición alterna, formando así dos filas verticales. En los sorgos enanos las vainas de las hojas cubren por completo el entrenudo y a veces se sobrepone, mientras que en la mayoría de los cultivares altos el entrenudo no está cubierto del todo.

Raíz

Un carácter notable en el sorgo es el sistema radical muy desarrollado, que llega a 1 ó 1,5 m. de profundidad, hasta alcanzar las capas húmedas del suelo. Este carácter es una adaptación a las tierras áridas en que se originó la especie; en el sorgo joven las raíces se desarrollan más rápido que la parte aérea, pudiendo así suplir tempranamente de agua y nutrientes a la planta para la formación del tallo y del follaje.

Las raíces adventicias salen de la región basal de los entrenudos inferiores, en uno o más grupos. Son finas, fuertes y se ramifican profusamente; blancas o amarillentas al principio, se vuelven rojas o pardas en la madurez. Arriba del suelo se forman raíces de soporte, cilíndricas y gruesas, que al penetrar en la tierra se adelgazan como las otras.

La estructura interna de la raíz no presenta características especiales. En las raíces viejas la exodermis es el tejido más externo. La región cortical, formada de parénquima, presenta a veces cámaras de aire dispuestas radialmente. En el cilindro central hay de 8 a 10 vasos grandes de xilema; las raíces de soporte muestran una estructura similar.

Tallo

El entrenudo, cilíndrico en la mayoría de los cultivares, puede ser también cónico

o con la parte inferior más ancha, o en forma de barril. En longitud aumenta de la parte inferior hasta la región central del tallo, donde es más uniforme. Se conocen algunos cultivares en que hay entrenudos cortos alternando con otros más largos. El color es verde, pero la cera que los recubre les da un tono blancuzco. En la base del entrenudo hay una banda en que se hallan los primordios de las raíces y una yema; arriba de ésta hay un surco o depresión longitudinal. Encima de la banda de raíces se encuentra un anillo más claro, la región de crecimiento intercalar.

En corte transversal del tallo se observa que en la epidermis e hipodermis las células son pequeñas y de paredes gruesas, y junto con haces vasculares finos, forman un cilindro externo fuerte y resistente. La superficie del tallo es suave sólo en las áreas donde se hallan los estomas, que son muy numerosos en el tallo del sorgo. La parte central del vástago se forma de un tejido básico de parénquima, cuyas células se van haciendo más grandes hacia el centro, y de haces vasculares, aislados, notables por tener 2 ó 3 grandes tubos de xilema. Estos haces están rodeados de células que contienen almidón o azúcar en abundancia; el último se explota comercialmente en ciertos cultivares. En los tallos viejos las células de la parte central se desintegran, formando una estructura suave, como de algodón.

Hojas

En los sorgos de grano hay de 5 a 25 hojas; en los tipos que se utilizan para forraje generalmente más de 10 hojas por planta. La hoja se compone de la vaina, envolvente en el tallo; el cuello, en que hay una lígula membranosa y la lámina. Esta última, linear o lanceolada, mide de 0,5 a 1 m. de largo y de 5 a 15 cm. de ancho. El nervio central es muy prominente y su coloración es un carácter muy útil para la clasificación de las variedades; el color varía desde blanco nítido, a blanco con

bordes claros, hasta verde difuso, si el nervio central contiene cloroplastos.

En la lámina hay además dos clases de nervios longitudinales. Unos gruesos, que ocupan por completo el espesor de la lámina; otros más finos, en grupos de 5 a 15, intercalados entre los primeros y situados hacia el lado inferior de la hoja.

Inflorescencia

La panícula del sorgo está envuelta en sus primeras etapas por la vaina de la hoja terminal. Por lo común el raquis crece erecto y sale por el cuello de esa hoja. Hay cultivares, sin embargo, en que la inflorescencia es péndula, se abre paso rompiendo la vaina, y se dobla luego hacia abajo; el pedúnculo se lignifica después de que la inflorescencia alcanza una posición pendiente.

El raquis tiene la superficie surcada longitudinalmente; sus ramas salen aparentemente en grupos situados al mismo nivel, aunque es muy común hallar ramas solitarias. Hay de 4 a 16 de estos grupos en cada panícula, con 3 a 10 ramas cada uno. La panícula puede ser compacta o suelta, según la distancia entre las ramillas, la posición y longitud de éstas, y la densidad de flores por rama.

La forma de la panícula está determinada por la posición del raquis, erecta o curva; por la relación entre pedúnculo y raquis, y por la longitud y posición de las ramas. Así en 'Feterita' la inflorescencia es claviforme y compacta; en 'Kafir', cilíndrica y suelta; en los sorgos de escoba generalmente recurvada y con ramas tanto o más largas que el raquis.

Espiguilla

Las espiguillas están colocadas sobre ramitas, que salen de las ramas primarias o secundarias de la panoja. Cada ramita lleva en la parte inferior un par o más de espiguillas, una sésil y otra pedicelada, y en el extremo 3 espiguillas, 2 pediceladas

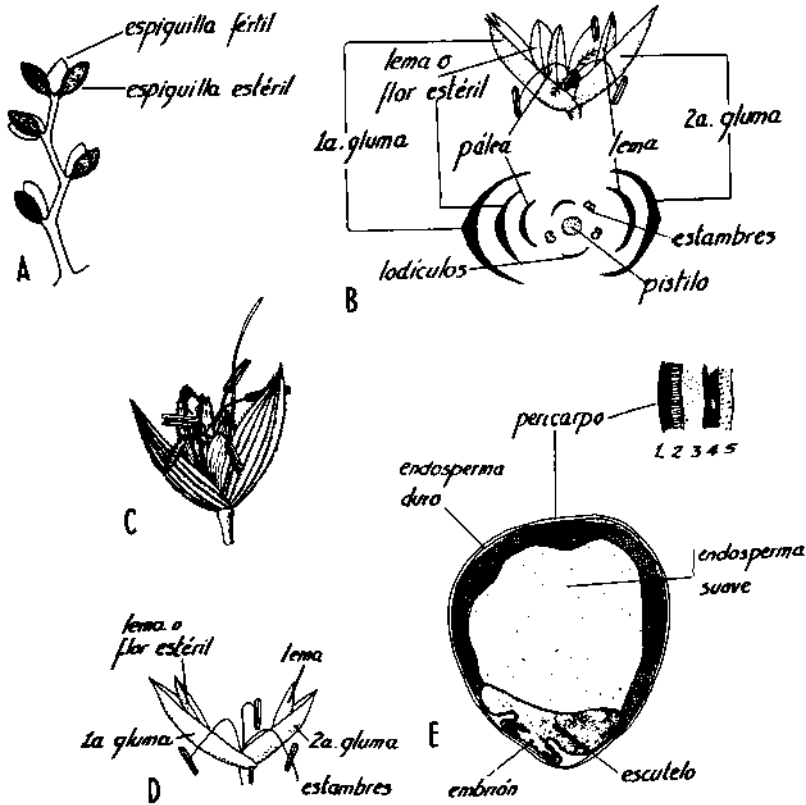


Fig. 14.8. *Sorghum bicolor*, sorgo, maicillo. A, grupo de espiguillas. B, diagrama floral. C, espiguilla hermafrodita. D, espiguilla estaminada. E, cariópsis: 1, epidermis; 2, hipodermis; 3, mesocarpo; 4, capa nuclear; 5, capa de aleurona.

y 1 sésil (Fig. 14.8 A). Las espiguillas sésiles llevan flores perfectas y producen granos; las pediceladas sólo tienen estambres.

Las espiguillas sésiles tienen 2 glumas, la inferior grande y fuerte, la superior más delgada y en forma de quilla (Fig. 14.8 B y C). Las glumas son de diversos colores: blanco, rojo, amarillo o negro; pueden ser pubescentes o lisas, y en algunos cultivares terminan en una arista fina. En las espiguillas sésiles hay 2 flores: la inferior estéril, está representada por una lema; la superior fértil, se forma de palea, lema, ovario esférico terminado en un estigma bifido, 3 estambres y 2 lodículos.

Las espiguillas pediceladas son más angostas (Fig. 14.8 D). Como las anteriores contienen 2 flores, protegidas por 2 glu-

mas. La flor inferior, estéril, está representada por una lema. La superior, fértil, por 1 lema y 3 estambres.

Biología floral

La inflorescencia emerge envuelta en la hoja terminal y tarda cerca de 15 días en salir completamente de ella. Las espiguillas sésiles se abren antes que las pediceladas; éstas con frecuencia caen poco tiempo después de abrirse. La apertura de las flores ocurre en las primeras horas de la mañana, con el máximo a las 2 a.m. y las flores duran abiertas de 1 a 3 horas. Los estigmas se abren antes de que salgan las anteras. Como la diferencia entre la apertura de los estigmas y la salida del

polen es de unas 2 horas, es posible que una flor pistilada sea polinizada por una vecina. La posibilidad de que polen de una planta alcance el estigma de otra no es muy grande, por la abundancia de polen en la misma inflorescencia; en cultivares de panícula cerrada se ha hallado sólo 0,6 por ciento de polinización cruzada, aunque en variedades de panícula abierta se ha registrado hasta el 6 por ciento.

Fruto

La cariopsis del sorgo (Fig. 14.8 E) es más ancha hacia el ápice en la mayoría de los cultivares. En otros es esférica o elipsoidal. La longitud varía mucho, siendo la anchura promedio de 4 a 6 mm. La cobertura de la semilla por las glumas puede ser completa o parcial, según el cultivar.

El pericarpo se forma de 2 capas de células, epidermis e hipodermis, la primera con las paredes externas muy gruesas. En algunos cultivares, como en los sorgos rojos, estas capas son coloreadas; en la mayoría, translúcidas. Debajo de ellas está el mesocarpo, de grosor variable. Los tejidos siguientes forman la testa o cobertura de la semilla. El primero es la capa nucelar, de tono rojizo oscuro; cuando el mesocarpo es delgado, esta capa le da color al grano. En algunos cultivares la capa nucelar se halla en áreas discontinuas, lo que da un aspecto moteado a la semilla; debajo de ella hay un estrato de aleurona, rico en proteínas. El mayor volumen de la semilla se forma de endosperma blanco; el embrión es pequeño y ocupa una posición basal. En los sorgos de grano hay 2 clases de endosperma, córneo y harinoso; el primero se halla siempre hacia el exterior, en proporciones variables según el cultivar.

Variación y usos

El tamaño y porte de la planta de sorgo varían considerablemente y están determinados por varios genes. Sorgos altos son preferidos para forraje y grano; los enanos

son de recolección más fácil, y se prefieren para las siembras extensas.

Los tipos originales de sorgo, procedentes de África o India, que se han considerado como especies diferentes, se cultivan en forma esporádica en muchos países tropicales de América. 'Durra', de altura mediana, panojas elipsoidales y compactas, granos medianos, esféricos, blancos. 'Feterita', de porte mediano, cosecha tempranera, panícula compacta, con granos blancos y grandes. 'Hegari', bajo o mediano, panícula alargada y poco compacta, de granos pequeños, con el endosperma córneo y grueso a los lados, delgado arriba. Los 'Kafir', sorgos medianos, panículas alargadas de ramificación irregular, granos blancos o punteados, cubiertos por glumas negras, amarillentas o rojas, con endosperma córneo, grueso y uniforme. 'Kaoliang', plantas altas, panícula alargada de granos rojizos. Los 'Millos', medianos a altos, panícula corta, elipsoidal, compacta, granos grandes con endosperma córneo delgado y uniforme. 'Shallu', plantas altas, panículas de ramas largas, poco compactas y granos pequeños y blancos. 'Amber', sorgos altos, panículas muy irregulares y poco compactas, granos alargados, cubiertos por glumas negras o amarillas. Los llamados 'Sorgos' son plantas de porte mediano a alto, panículas abiertas, de ramas largas, granos alargados, cubiertos en buena parte por glumas oscuras o claras con endosperma córneo, grueso en los lados y delgado en el ápice. Los 'Sorgos de escoba' se caracterizan por su porte alto, panículas largas y pendientes con ramas delgadas, de longitud igual o mayor que el raquis, y pocos granos.

Los tipos descritos y otros son introducciones originales de África o Asia, que se han propagado en América y aún se mantienen en cultivo. Los sorgos nuevos son selecciones hechas de híbridos de esas introducciones, o de mutantes que han aparecido en cultivo. Se han podido seleccionar así tipos muy superiores para forraje, azúcar o granos. Los últimos han tenido considerable expansión para uso industrial en Estados Unidos, especialmen-

te en la preparación de gomas, tapioca y como alimento animal. La producción de híbridos ha recibido gran impulso con el descubrimiento de líneas que no producen

polen fértil, y que interplantadas con otras que sí lo producen, permiten obtener fácilmente grandes cantidades de semilla híbrida a bajo costo.

CEREALES MENORES DE LOS TROPICOS

En los trópicos secos de Africa y Asia se cultivan varios cereales menores de importancia en la alimentación local. Son especies intermedias, del punto de vista morfológico, entre los cereales verdaderos y los pastos. Crecen en áreas de alta temperatura y baja humedad, y pueden dar una cosecha de granos en una estación húmeda corta, con escasa precipitación. Las semillas son diminutas y de alto valor nutritivo; su producción por área es baja y la recolección difícil. Como en los trópicos de América las áreas de sequía anual extrema no son muy extensas, y como se pueden cultivar otros cereales, estas especies no han alcanzado en este continente la importancia que tienen en Africa o en India.

El MIJO NEGRO, *Pennisetum typhoidum* (Fig. 14.9 A), de origen africano, forma macollas densas hasta de 3 m. de alto. Las espigas son cilíndricas, compactas, con pelos finos y densos; las semillas negras o blancas, son muy pequeñas y alimenticias.

CORACAN, *Eleusine coracana* (Fig. 14.9 B), de India, se cultiva extensamente por sus granos en Africa Ecuatorial y Asia. Es una planta baja, de menos de 1 m. de altura, de macolla densa, con la inflorescencia digitada, es decir, dividida en 4 ó más espigas que salen del mismo punto. Las semillas esféricas diminutas, son de alto valor nutritivo. Se usan mucho en la alimentación local. Con ellas se prepara una clase de cerveza.

Otras especies como *Digitaria exilis*, se usan en menor grado, con los mismos propósitos que las anteriores en Africa tropical. Los granos de estos cereales menores

se comen en sopas, asados o cocidos, y forman la base de bebidas fermentadas.

PROSO, *Panicum miliaceum* (Fig. 14.9 C), es de cultivo muy antiguo, especialmente en Asia y Europa. Es de gran adaptación a zonas secas y frías. La planta forma macollas poco densas, de 1 m. de alto, con follaje espaciado y piloso. La panícula es pendiente y los granos esféricos, están rodeados por las glumas.

Una especie similar, de menor porte, *P. miliare*, se cultiva especialmente en India, en las zonas más secas.

Echinochloa frumentacea (Fig. 14.9 D), de origen africano, es de cultivo más intenso en áreas subtropicales. Como el proso, se utiliza también como forrajera. Es una planta baja, de menos de 1 m. de altura, de tallos angulosos y hojas lisas. La panícula es abierta, áspera, y los granos redondos y brillantes.

ADLAY, *Coix lachryma-jobi* cv. *mayuen* (Fig. 14.9 E) cereal menor originario de los trópicos húmedos de Asia, que se cultiva especialmente en Filipinas; en América tropical hay siembras de poca importancia. Por su adaptación a las condiciones de alta humedad, y por ser el cereal de mayor valor nutritivo, el adlay debería merecer más atención en los trópicos americanos. Otra variedad de la misma especie, las lágrimas de San Pedro o lágrimas de Job, se ha naturalizado ampliamente en América tropical, y sus semillas duras y brillantes, se emplean para hacer rosarios y adornos.

El adlay es una planta robusta, hasta de 3 m. de alto, en forma de macolla

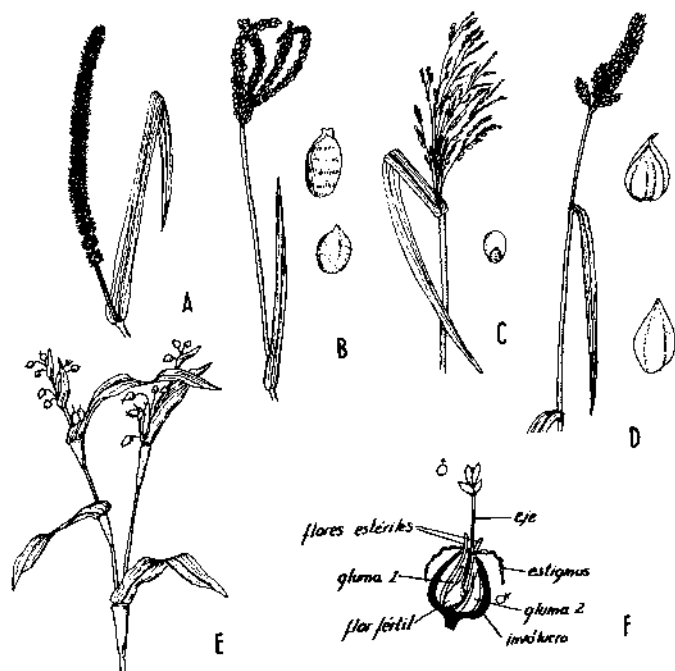


Fig. 14.9. Cereales Menores. A, *Pennisetum typhoideum*. B, *Eleusine coracana*. C, *Panicum miliaceum*. D, *Echinochloa frumentacea*. E y F, *Coix lacryma-jobi* var. *mayuen*.

densa, con abundante follaje. Las cañas son altas y suaves, cubiertas por las hojas. De las axilas superiores brotan las inflorescencias, de estructura muy diferente a las Gramíneas corrientes. La panoja tiene varias ramas cortas y duras y cada una de éstas lleva un involucreo de forma cónica, por cuya parte superior se continúa el raquis que termina en varias espiguillas estaminadas (Fig. 14.9 F). Las flores pistiladas están incluídas en el involucreo y sus estigmas, morados o rojos, sobresalen por la parte superior de éste, por la misma

abertura en que se continúa el eje que lleva las flores estaminadas.

El grano del adlay está cubierto por el involucreo, que es suave y quebradizo. La semilla cónica, de 6 a 10 mm. de largo, es la de mayor contenido en proteína en los cereales. Se come en sopas y con ella se hace pan, que por carecer de gluten no crece y por lo tanto debe mezclarse con otras harinas.

El adlay se usa también como forrajera; los granos constituyen un buen alimento para aves de corral.

CAÑA DE AZUCAR

Las cañas cultivadas pertenecen a dos grupos: las llamadas nobles, por su tamaño, suavidad y alto contenido de azúcar, que pertenecen a la especie *Saccharum officinarum*, y los híbridos entre *S. officinarum* y *S. spontaneum*, o cañas del norte de la India. Se han obtenido además, numerosos híbridos de valor comercial, cruzando *S. officinarum* con *S. spontaneum* y aumentando por retrocruces la

proporción de la primera. Por este proceso, denominado ennoblecimiento, se han logrado cultivares superiores en producción y resistencia.

Origen de *Saccharum officinarum*.

Las cañas nobles son un conjunto de cerca de un centenar de clones, es decir, de cultivares de propagación asexual, que

eventualmente pueden producir semillas y propagarse por ese medio. Difieren considerablemente entre sí, en caracteres morfológicos o fisiológicos. Su dispersión por todo el mundo hizo muy difícil señalar el área de origen, hasta que se encontraron en Nueva Guinea en semicultivo, la gran mayoría de sus tipos. Nueva Guinea, al norte de Australia, es una de las islas más grandes del mundo. Tiene una gran variedad de ambientes, desde altas montañas de nieves perpetuas hasta llanuras ecuatoriales. Sus habitantes mantienen una cultura de la edad de la piedra; para ellos las cañas de mascar son un alimento principal y conservan y seleccionan los mejores clones para ese propósito.

Se supone que *S. officinarum*, la especie tropical noble, se originó en esa isla, derivada de una especie local, *S. robustum*, que crece silvestre y se cruza con *S. officinarum*. También se ha sugerido que pudiera derivarse de una especie de otro género, *Erianthus maximus*, o que ésta se hibridara con *Saccharum* para formar las cañas nobles. Tanto *S. officinarum* como *S. robustum* son plantas tropicales, que florecen en los días cortos; son susceptibles a las mismas enfermedades, como el mosaico, y su número cromosómico es $2n=80$ (octoploides).

Híbridos naturales de

S. officinarum x *S. spontaneum*

S. spontaneum es la especie silvestre de mayor distribución geográfica en el género. Se halla desde el norte de Africa y sur de Rusia hasta Oceanía, y crece del nivel del mar hasta los 3.000 m. de altura. Es un grupo de clones que ofrece las mayores variantes en forma y tamaño; el porte de la planta, por ejemplo, puede variar de 0,5 a 6 m. Los tallos son delgados, muy nudosos, por lo común con los nudos más anchos que los entrenudos. Las hojas tienen vainas envolventes, que permanecen adheridas a los tallos, al contrario de las cañas nobles, en que se separan y caen.

Se conocen por lo menos dos casos en que *S. officinarum* se ha cruzado naturalmente con *S. spontaneum*. El más conocido dio por resultado el híbrido 'Kasoer', que apareció en Java a fines del siglo pasado. 'Kasoer' tiene un número somático ($2n$) de 136 cromosomas. Se ha explicado ese número asumiendo que uno de los posibles padres, la caña noble 'Cheribon Negra', contribuyó con 80 cromosomas que no se redujeron a la mitad al cruzarse, como ocurre normalmente. El otro tipo parental era el clon 'Glagah' de *S. spontaneum*, con $2n=112$, los cuales sí se redujeron dando 56 que sumados a los 80 de 'Cheribon Negra', forman los 136 cromosomas del 'Kasoer'.

El segundo caso se presentó en Filipinas con la caña 'Toledo', que tiene 120 cromosomas. En este caso se supone que *S. officinarum* aportó 80 cromosomas y que el clon de *S. spontaneum*, que tenía también 80 cromosomas, contribuyó con la mitad. En la última especie se conocen tipos con 48, 56, 64, 72, 80, 96 y 112 cromosomas.

Origen de las cañas indias

Los tallos de la caña constituyen un alimento de alto valor energético, sabor agradable y conservación fácil, por lo que debieron ser muy apreciados por los primitivos viajeros en Oceanía. Así la caña pudo extenderse por mar y tierra, en varias direcciones, desde su centro de domesticación en Nueva Guinea. Su dispersión hacia India tuvo dos consecuencias importantes. La primera fue la invención del proceso de convertir el jugo de caña en azúcar, hecho hace unos 3.000 años, y que la transformó de un alimento primitivo en un cultivo industrial. El otro evento de gran importancia fue su cruzamiento con tipos silvestres de *S. spontaneum*, dando origen a las cañas del norte de la India. Estos híbridos permitieron extender el cultivo de la caña a las regiones subtropicales. Las cañas híbridas han recibido nombres específicos, *S. sinense* y *S. barberi*; en la realidad son grupos de

clones diferentes, que han sido seleccionados y propagados por el hombre. Algunos de ellos, como 'Uba', se cultivan en todo el mundo. En India estas cañas aún contribuyen en gran parte a la producción industrial de azúcar.

Taxonomía

Las especies de caña *S. spontaneum* y *S. officinarum* se distinguen morfológicamente en que la primera tiene pelos largos en el eje de la inflorescencia, que faltan en la segunda. *S. spontaneum* es una especie silvestre que se diferencia del grupo de clones cultivados llamados *S. sinense* o *S. barberi* por tener la primera los lodículos ciliados, lo que no ocurre en las últimas.

Las diferencias entre *S. officinarum* y *S. robustum* no son claras. La primera es cultivada y se diferencia de la segunda por su mayor contenido de azúcar y menor cantidad de fibra.

La última especie descrita es *S. edule*, de Nueva Guinea. Esta caña que se encuentra en varias islas de Oceanía, produce una inflorescencia anormal a modo de una coliflor, que se consume como hortaliza. Se ha expresado que puede ser una variante de *S. robustum* o de una caña noble.

Debido a su origen híbrido no es exacto aplicar a una caña un determinado nombre específico. El clon más difundido hasta hace pocos años, 'POJ-2878', por ejemplo, tiene tantos genes de *S. officinarum* como de *S. spontaneum*. La nomenclatura moderna, basada en denominaciones clonales, obvia la dificultad de expresar el nombre específico.

Morfología general

En la forma corriente de propagación vegetativa, una planta de caña de azúcar se forma de los brotes de yemas de uno o varios entrenudos. De cada yema sale un brote primario o tallo central, del cual brotan tallos secundarios y de éstos, terciarios, formando una macolla. La altura

de la planta y el número y posición de los tallos, varían según el clon.

Raíz

La porción del tallo que se siembra tiene alrededor de la yema una banda de primordios de raíces. Estas se desarrollan rápidamente, formando un sistema de raíces finas, muy ramificadas, que sostienen y alimentan a los brotes hasta que éstos desarrollan sus propias raíces. De los entrenudos inferiores del tallo central y de los brotes laterales salen raíces cilíndricas, gruesas y blancas, que reemplazan por completo a las formadas en la cepa original.

Las raíces de la caña de azúcar son de corta duración y se renuevan continuamente. El desarrollo del sistema radical varía en los diferentes clones. Las raíces se dividen en dos grupos: superficiales, cuya función principal es la absorción de agua y sustancias nutritivas y son las más abundantes; de anclaje, que crecen en ángulo aproximado de 45° y penetran más profundamente en el suelo.

Las raíces de la caña están constituidas por epidermis, que lleva cerca del ápice una región absorbente, formada de pelos que se desarrollan como prolongaciones de sus células. Debajo hay una capa de parénquima, luego la exodermis, seguida por un tejido fuerte de esclerénquima, que forma un cilindro continuo. La región cortical se forma de numerosas capas de parénquima, que en las raíces más viejas se desintegra en partes, dejando grandes cavidades. La endodermis separa los tejidos vasculares del cilindro central. En éste el periciclo, xilema y floema se endurecen en las raíces viejas, pero se mantienen activos aún cuando la región cortical se haya secado.

Tallo

El interés del hombre al domesticar la caña de azúcar estuvo en obtener tallos grandes, suaves y de alto contenido en azúcar. En la caña y otras pocas Gramí-

neas los tallos son sólidos y actúan como órganos de reserva. Los nudos están más juntos cerca de la base; se separan más hacia el centro y luego en la porción terminal se acortan de nuevo. Del punto de vista comercial la parte central de las cañas es la más importante. Es deseable que sea recta, de entrenudos largos y uniformes, y que esté libre de hojas.

Entrenudo

En la generalidad de los clones los entrenudos son cilíndricos, lisos o con grietas longitudinales y con un surco vertical, corto, en la parte inferior, en cuya base está la yema (Fig. 14.10 A). En corte transversal muestran, sin embargo, una forma ligeramente elíptica. En ciertos clones el entrenudo puede tener forma de barril, con las paredes cóncavas; en otros, puede ser convexo o hundido, o más ancho o angosto en la base que en la parte superior.

En el entrenudo se distingue de abajo a arriba, primero un borde horizontal, ancho, en el cual se hallan los primordios de las raíces como botones o protuberancias circulares. De esta banda sale también la yema. Inmediatamente arriba está el anillo de crecimiento, una franja angosta y de color más claro, en la que se origina la elongación del entrenudo. Esta parte pierde actividad conforme madura la caña, aunque a veces en condiciones anormales reactiva sus funciones. En la caña vieja, su color es igual al resto del entrenudo. Por último, la parte superior del entrenudo, ocupando el mayor volumen, está constituida principalmente por los tejidos de almacenamiento, ricos en agua y azúcar.

El color de la superficie del entrenudo está determinado por la presencia de clorofila y antocianina, y puede ser afectado por la luz y otros factores ambientales. No es raro, por lo tanto, observar en un campo de cultivo, coloraciones diferentes en cañas de un mismo clon. Hay también cambios según la edad de la planta. La antocianina ocupa las capas super-

ficiales, mientras que la clorofila alcanza mayor profundidad. La distribución de la antocianina puede ser uniforme, dando colores sólidos, o en bandas longitudinales. La primera es original; las segundas se deben a mutaciones. En colores sólidos hay varios tipos: si la antocianina es predominante el entrenudo es rojo; si falta, la clorofila determina un tono verdoso. Cuando hay ambas el color es purpúreo. Si las dos faltan, el entrenudo es amarillo. Los colores en bandas pueden presentarse en varias combinaciones: si no hay antocianina y la clorofila está en bandas, el listado será amarillo y verde; si hay bandas alternas de clorofila y antocianina, será verde y rojo; si la antocianina está distribuida uniformemente y la clorofila en bandas, las listas serán púrpura y rojo, y si la clorofila está distribuida uniformemente y la antocianina en bandas, será verde y púrpura.

El color de los entrenudos es afectado, especialmente en las cañas jóvenes, por una capa de cera que los recubre, a excepción de una banda situada cerca del extremo inferior. En los trópicos húmedos es frecuente un ennegrecimiento de los entrenudos, producido por un hongo (*Melilotia*), que vive en la capa de cera.

Estructura interna del entrenudo

En la estructura interna del tallo (Fig. 14.10 B), pueden separarse dos regiones, una periférica y otra central. La primera está formada en primer lugar por la epidermis, de células de paredes gruesas, que en su lado externo llevan una cobertura de hilos finos de cera. Estos hilos en la caña joven dan un aspecto blancuzco al entrenudo, y en la madurez a menudo se tornan negros por la presencia de hongos. La estructura de la epidermis, formada por células de diferente tamaño, forma y grosor, cambia mucho en los diferentes clones. La hipodermis que le sigue, se compone de 1 a 2 capas de células de paredes muy gruesas. Debajo de ella hay haces vasculares delgados, con fibras, que junto con la epidermis e hipodermis dan

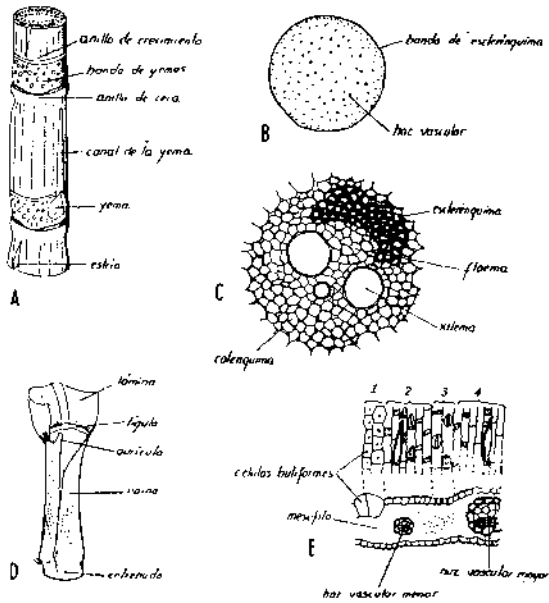


Fig. 14.10. *Saccharum officinarum*, caña de azúcar, A, entrenudo. B, corte transversal del entrenudo. C, haz vascular. D, partes de la hoja. E, hoja, epidermis y corte transversal.

la constitución dura característica de la corteza del tallo. Los tallos con tejidos superficiales duros son menos atacados por insectos y las enfermedades fungosas que los de tejidos suaves. Las cañas nobles son en general, de corteza más débil que las indias.

El centro del tallo se forma de un tejido fundamental, el parénquima que contiene azúcar, cuyas células son más grandes hacia el centro y disminuyen en tamaño hacia la periferia. Los haces vasculares (Fig. 14.10 C) están distribuidos por todo ese tejido; los de mayor tamaño se hallan en la porción central. Están constituidos por una banda de esclerenquima hacia el lado externo, inmediata a la cual está el floema, con tubos grandes por donde circula la savia. El xilema se forma de 1 ó 2 vasos muy anchos y de otros más pequeños, y está limitado por una banda interna de esclerenquima. Este tejido rodea por completo al floema y xilema y constituye las fibras o hilos característicos de la caña. En los haces externos las secciones correspondientes al esclerenquima son más delgadas, y en cambio todo el haz está cubierto por un cilindro de colénquima. Esta estructura no sólo les da resistencia sino también elasticidad.

Yema

Las yemas están situadas en la banda de raíces, arriba de la inserción de la hoja y su parte superior se acomoda en el canal longitudinal. La yema tiene la forma externa de una concha, en que la hoja exterior aparece dividida en una región central y dos alas laterales. La forma y pubescencia de las yemas sirven para distinguir los diferentes clones.

Hojas

Las hojas de la caña no difieren esencialmente de las otras Gramíneas (Fig. 14.10 D). Se componen de vaina, cuello y lámina. Las hojas inferiores se reducen a vainas triangulares y semienvolventes. En las hojas bien desarrolladas la vaina es cilíndrica y abierta hasta la base. No existe en la vaina ningún nervio principal.

El cuello de la hoja forma la unión entre la lámina y la vaina. Esta termina hacia los lados en prolongaciones cortas, triangulares, de ápice redondeado, las aurículas. En la línea interna de unión está la lígula, una estructura membranosa, transparente, que se divide en fragmentos irregulares.

En la lámina la relación de largo a ancho es constante y diferente según el clon. Como en las otras Gramíneas la lámina es delgada y lleva al medio un nervio central fuerte. En la base, inmediata al cuello, hay dos áreas triangulares a ambos lados del nervio central, con la parte más ancha hacia el borde de la lámina. Estas áreas son más transparentes y delgadas que el resto y su forma es también una característica clonal.

La epidermis superior se compone de una sola capa de células (Fig. 14.10 E). Por su estructura y función, estas células se diferencian en 4 tipos de bandas longitudinales. La primera incluye las células bulbiformes, grandes y de paredes delgadas, que al llenarse de agua extienden la lámina y al vaciarse la encojen. La segunda es la banda marginal, formada de células pequeñas y muy largas, a menudo con espinas cortas y fuertes. La tercera es la banda de estomas, en la cual 1 ó 2 filas de células largas alternan con los estomas. La cuarta es la banda central, en que hay una fila mediana de células, muy cortas y a veces con espinas largas, y a ambos lados 3 ó 4 filas de células muy largas alternando con otras muy cortas.

El centro de la hoja o mesofilo, se compone de haces vasculares separados por masas de parénquima, rico en cloroplastos, en el cual hay a veces espacios vacíos o lagunas.

La venación de la lámina en corte transversal, consiste de un nervio central bien desarrollado y de nervios laterales paralelos, grandes, medianos y pequeños. Cada nervio grande ocupa todo el ancho de la lámina y tiene a cada lado un nervio pequeño, situado hacia la epidermis inferior; los nervios medianos, de posición central, alternan con los pequeños.

El color de las hojas varía según el clon. En la mayoría es verde, de diferentes tonos. Hay clones de hojas purpúreas, o con bandas de diferentes colores.

Inflorescencia

La inflorescencia de la caña es una panícula, cuyo eje central es cilíndrico y liso en la parte inferior, aristado y sinuoso en la sección en que se insertan las ramillas floríferas. Del eje central parten ramillas primarias en grupos, a un mismo nivel. Estos grupos están distanciados y forman semicírculos en la parte inferior de la inflorescencia; son compactos y forman círculos en la parte superior. Las ramillas primarias, especialmente las inferiores, se ramifican en secundarias y terciarias. Las espiguillas (Fig. 14.11 A) se insertan en pares en estos ejes, a veces desde la base. Una espiguilla es sésil, la otra lleva un pedicelo corto. Lo más llamativo en las inflorescencias de la caña son los pelos largos y sedosos que salen de la base de las espiguillas.

Cada espiguilla se compone de 2 brácteas basales, las glumas, una interna y otra externa (Fig. 14.11 B y C). Dentro de la primera hay una lema estéril, que envuelve a su vez una palea fértil. En las cañas híbridas hay una lema fértil, que no se encuentra en las cañas nobles. En la parte interna, opuestos a la palea fértil, hay 2 lodículos, que al inflarse abren la flor.

Los 3 estambres están situados uno en cada extremo de un lodículo y el otro al centro de ellos. Tienen filamentos finos y anteras grandes y versátiles. Es frecuente que no se formen granos normales de polen. El gineceo consiste de un ovario elipsoidal, con un sólo óvulo; los 2 estigmas son largos y plumosos.

Biología floral

Los factores principales que determinan la floración son la longitud del día; altura sobre el nivel del mar; temperatura y humedad. El período de floración es diferente según el clon, habiendo tipos tardíos o tempraneros; es también característica clonal la hora del día en que se abren las flores y el tiempo que permanecen abiertas.

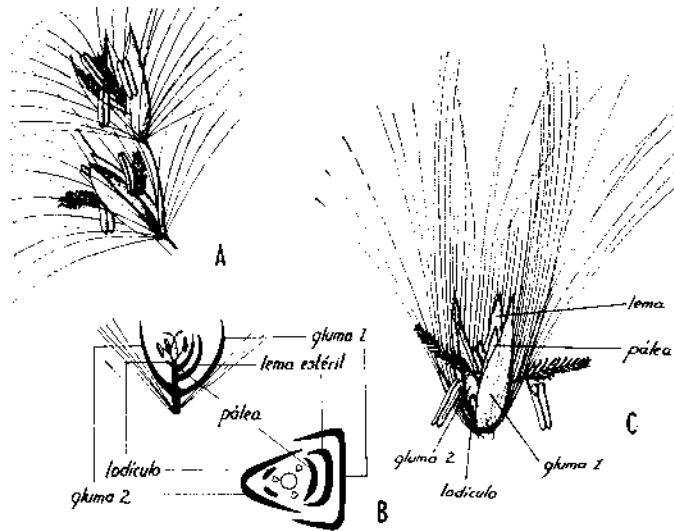


Fig. 14.11. *Saccharum officinarum*, caña de azúcar. A, par de espiguillas. B, diagrama floral. C, espiguilla.

En la mayoría de los clones los estigmas salen por la noche entre las glumas, que se separan forzadas por el hinchamiento de los lodículos. Hasta unas 3 horas después se abren las anteras; la flor permanece abierta por unas horas y luego se cierra definitivamente. Las características mencionadas hacen muy difícil la hibridación artificial, y ha sido necesario desarrollar técnicas especiales que permiten obviar las diferencias clonales de floración.

Semilla

Por mucho tiempo se creyó que la caña no producía semillas. En efecto, en muchos clones la carencia de polen fértil o el desarrollo defectuoso del gineceo, impiden la formación normal de frutos.

La cariopsis de la caña es diminuta, de 2 a 3 mm. de largo, elipsoidal y amarillenta. La testa cubre una semilla formada en su mayor parte de endosperma, que tiene como en los cereales, una capa externa de aleurona. El embrión es muy pequeño, y ocupa una posición lateral hacia la base.

Variación y mejoramiento

La caña de azúcar es posiblemente la planta que ha sido sometida a un mejo-

ramiento más intenso, sólo comparable al del maíz. Los clones de *S. officinarum* seleccionados por el hombre neolítico por su suavidad y riqueza en azúcar, fueron la base de la primera explotación industrial. Esos clones, sin embargo, son altamente susceptibles a las enfermedades víricas, los llamados mosaicos, que se extendieron por todas las áreas azucareras y amenazaron seriamente la producción comercial hace algunas décadas. Los híbridos obtenidos con *S. spontaneum* en que se había incorporado la resistencia de esa última especie, reemplazaron a las cañas nobles, cuyo cultivo es actualmente muy reducido.

Una fuente de variación en caña son las mutaciones vegetativas. Estas se manifiestan en cambios de caracteres, como el color de los entrenudos. De una caña rojo púrpura uniforme, por ejemplo, puede salir una yema que da cañas listadas. Se ha observado también, aunque rara vez, la mutación en sentido contrario.

La hibridación es la forma más importante de producir nuevos cultivares. Muchos de los clones conocidos, como 'Criolla', son altamente estériles, debido a que no forman polen fértil. Desde hace siglos, sin embargo, se observó que en ciertas localidades las cañas formaban semillas perfectas que germinaban normalmente. El descubrimiento en Java a fines del siglo

anterior, de la caña 'Glagah', de gran resistencia a virus, que se sospechaba de origen híbrido, así como el desarrollo de técnicas de polinización, fueron los pasos primeros para los grandes programas de mejoramiento.

En la caña, como en ningún otro cultivo, el estudio citológico ha sido esencial para dar base a las fases avanzadas del mejoramiento. La caña pertenece a la tribu de las Andropogóneas, cuyo número básico de cromosomas es 10 (5 + 5). En la caña noble, *S. officinarum*, el número de cromosomas es $2n=80$, o sea que es un octoploide, como la mayoría de los tipos de *S. robustum*. Pero al hibridizar la caña noble con otras especies, como *S. spontaneum*, puede ocurrir que la primera contribuya, como es normal, con la mitad o sea con 40 cromosomas, o a veces con 80, que es la totalidad de ellos. También se sabe que en algunos casos, en que la especie *S. officinarum* actúa como pariente femenino, se elimina cierto número de cromosomas, y que el número que aporta no es 40 ni 80. Estos distintos comportamientos llevan a la formación de variedades muy diferentes, aún cuando se utilicen los mismos tipos parentales. En esos cruces la especie *S. spontaneum* ha jugado un papel predominante, tanto en los trabajos iniciales en Java, como en los que se realizan en Coimbatore, India, y los más recientes en Hawaii, Barbados, Puerto Rico, y otras localidades.

La formación de la 'POJ-2878' ilustra un caso de los más interesantes en el mejoramiento de plantas. Ese clon se expandió hace 25 años hasta cubrir la mayor parte del área azucarera del mundo. En la actualidad se le reemplaza por tipos superiores, aunque todavía se le cultiva ampliamente. Lo que es más importante, constituye el material básico para la formación de nuevos híbridos, como ciertos

cultivares recientemente obtenidos en Hawaii y Puerto Rico.

El origen de 'POJ-2878' puede trazarse en sus antecesores más antiguos a una caña noble de Borneo, 'Bandjermasin Hitam' de la cual se propagó semilla de polinización abierta y se seleccionó una plántula que se llamó 'POJ 100'. Esta fue cruzada con 'Kasoer', un híbrido entre una caña noble y *S. spontaneum* que mostraba alta resistencia a enfermedades, a fin de combinar este carácter con la productividad y buen contenido de sucrosa de 'POJ 100', que era ya un clon comercial. El resultado fue 'POJ-2364', que si bien era resistente, no podía considerarse como buena variedad por su bajo contenido de azúcar. Para corregir esa deficiencia fue cruzada con una caña noble, 'EK 28', que se supone descendía del cruce entre 'POJ 100' x 'EK 2'. Estos cruces entre 'POJ-2364' y 'EK 28' fueron repetidos numerosas veces. En un trabajo de polinización en que se obtuvieron más de 2.000 plántulas, se seleccionó una, que recibió el nombre de 'POJ-2878'. Este nuevo clon combinaba tan bien resistencia con rendimiento que se propagó con gran rapidez.

El mejoramiento actual de la caña progresa en tal forma que no es posible indicar ni el número que pasa de centenares, ni el valor de los nuevos clones, muchos de ellos formados para responder a exigencias específicas de cierta localidad. Los últimos resultados y evaluaciones se hallan en los informes de las estaciones experimentales dedicadas al mejoramiento de la caña, entre las que se mencionan: Argentina (Tucumán), Barbados (W. I.), Cuba, Filipinas, Florida (Canal Point), Hawaii, India (Coimbatore), Mauritius, México, Puerto Rico, Australia (Queensland), y otras más.

ORIGEN DE LA CAÑA POJ - 2878

<i>Bandjermasin</i>	}	POJ 100 (n=45)	}	POJ 2364 (n=75)	}	POJ 2878 (n=60)
<i>Hitam</i>						
X						
?						
			X			
noble	}	Kassoer (n=68)	}		}	
X						
<i>S. spontaneum</i>						
		POJ 100	}	EK 28 (n=40)	}	
		X				
		EK 2				

PASTOS TROPICALES

Los pastos tropicales más importantes son originarios de África, de la región comprendida entre el Ecuador y el trópico de Capricornio. De esa área han salido las especies más difundidas en los trópicos americanos, y en ella se presenta una variación natural tan extensa que aún ofrece mucha promesa como fuente de tipos superiores.

De África tropical se han introducido a América el guinea, *Panicum maximum*; pará, *Panicum purpurascens*; elefante, *Pennisetum purpureum*; jaragua, *Hypharrhenia rufa*; calingueiro, *Melinis minutiflora*; kikuyo, *Pennisetum clandestinum*; pangola, *Digitaria decumbens*; beñal, *Brachiaria bryzantha*; rhodes, *Chloris gayana*; buffel, *Cenchrus ciliaris*; bermuda, *Cynodon dactylon*; estrella, *Cynodon pleiostachyum*; sorgos, *Sorghum* spp.; *Setaria sphaecelata*; gamba, *Andropogon gayanus*; *Eragrostis purpurea*; makarakari, *Panicum coloratum*, y otros.

De América en cambio, se conoce un número reducido de especies originarias, todas de menor importancia: bahía, *Paspalum notatum*; dallis, *Paspalum dilatatum*; imperial, *Axonopus scoparius*; carpeta, *Axonopus compressus*; san agustín, *Stenotaphrum secundatum*; caribe, *Eriochloa polystachya*; prodigioso, *Tripsacum latifolium*; guatemala, *Tripsacum fasciculatum*; teocinte, *Euchlaena mexicana*, y otros. Ninguna de estas especies tiene en América tropical la difusión e importancia del guinea, elefante o pangola.

Los trópicos asiáticos son aún más pobres, y dependen de pastos africanos y americanos, y de muy pocas especies nativas.

La introducción a América de los primeros pastos africanos se hizo en forma casual. En los barcos que traían esclavos de Guinea a América, se preparaban camas de heno, el cual al llegar a las costas de Brasil era arrojado a las playas. En esa

forma se introdujo el guinea, elefante y otros pastos que se propagan por semillas o estolones. Luego la introducción intencional de especies como jaragua y calingueiro, y más recientemente de pangola y *Brachiarias*, han producido cambios radicales en la composición botánica de las praderas, y por lo consiguiente en las explotaciones ganaderas de las Américas.

Morfología general

Por su aspecto morfológico las Gramíneas pratenses se dividen en dos grupos: las que forman macolla, y las especies estoloníferas o de rizomas, de crecimiento extensivo. Hay además tipos intermedios. Por su duración, se clasifican en perennes o anuales.

Las Gramíneas de macolla pueden crecer de semilla o por propagación vegetativa. En ambos casos de un tallo central brotan yemas basales, que desarrollan vástagos de crecimiento vertical y forman una planta compacta. De la base de los tallos secundarios pueden brotar más vástagos, también verticales o en ángulo agudo con el tallo central.

El amacollamiento de las Gramíneas o sea el desarrollo de tallos basales, es un carácter de gran valor agronómico. Del número de esos brotes depende principalmente la cantidad de forraje, y como los tallos son el principal órgano de almacenamiento en las Gramíneas pratenses, de su número y tamaño depende el vigor de la planta. Su desarrollo es activado por el corte de la parte superior de los tallos, y al producir más vástagos basales la planta se expande radialmente en todas direcciones. Así en *Brachiaria* un solo tallo puede llegar a crecer hasta cubrir un cuarto de metro cuadrado.

Las Gramíneas estoloníferas o de rizoma tienen tallos de crecimiento horizontal, de cuyos nudos brotan los vástagos verticales, con hojas y flores. La diferencia entre estolones y rizomas en Gramíneas no es siempre definida. Los estolones de bermuda, *Cynodon dactylon*, son tallos rastrojos, delgados, cilíndricos, verdes, de cu-

yos nudos brotan raíces y tallos con hojas. Los rizomas subterráneos, más gruesos, en cambio son blancos y protegidos por escamas. En muchas especies los rizomas son también órganos de reserva.

El cálamo o tallo de las Gramíneas pratenses es en general cilíndrico, delgado, dividido por nudos. En algunas especies es aplanado. Los entrenudos son más cortos en la base del tallo, se van haciendo más largos en la parte central, y por lo común el de mayor longitud es el terminal, que lleva la inflorescencia. La parte superior o apical del tallo permanece activa, produciendo nuevos entrenudos y hojas, hasta que da el último en que se desarrolla la inflorescencia. Cada nudo da lugar a una hoja, que se coloca en el mismo plano pero en orden alterno con las que le siguen; por este arreglo se dice que las Gramíneas tienen hojas dísticas. En los entrenudos basales hay una banda angosta de la que brotan las raíces; arriba de ella está la zona de elongación o crecimiento longitudinal del entrenudo. La yema, inmediata al nudo, puede desarrollarse después en un tallo o rama lateral.

La estructura interna de los tallos en las Gramíneas cambia según la especie. Por lo general consiste en una epidermis de paredes gruesas, debajo de la cual hay una hipodermis formada especialmente de esclerénquima, tejido que le da dureza y sostén al tallo. La zona cortical lleva hacia la parte externa una banda de células ricas en clorofila, y hacia el interior otra de parénquima incoloro, que sirve para el almacenamiento de sustancias nutritivas. La zona cortical está interrumpida por los haces vasculares. En la mayoría de las especies la médula está rellena de parénquima suave, que desaparece en los tallos viejos, dejándola vacía.

El crecimiento de los tallos es del tipo llamado intercalar. En la parte inferior de los entrenudos hay una zona activa que produce constantemente células nuevas. Está constituida por tejidos suaves, con frecuencia azucarados, como se prueba al mascarla, que al formar nuevas células y al expandirse éstas, va alargando la lon-

gitud de los entrenudos y consiguientemente del tallo. Los tejidos intercalares necesitan protección, a fin de mantenerse suaves y húmedos, que es dada por la base envolvente de las hojas, las vainas, las cuales se adhieren fuertemente a los entrenudos en su sección inferior. El crecimiento intercalar permite a las Gramíneas regenerar sus tejidos cada vez que son cortadas. Los animales o máquinas arrancan los entrenudos y hojas superiores eliminando así la posibilidad de que el tallo siga creciendo por el ápice, donde se forman los nuevos entrenudos y hojas. Sin embargo, los entrenudos inferiores, se alargan y desarrollan el follaje, eventualmente estos tallos son destruidos y reemplazados por sus brotes laterales.

Sistema radical

El sistema radical se forma de raíces adventicias, que brotan de la base de los entrenudos y que dan origen a raicillas secundarias y terciarias. La mayoría de éstas son delgadas, largas y fuertes (raíces fibrosas). En algunas especies hay además raíces blancas, suaves y gruesas, de corta duración. La parte activa de la raíz en la absorción de sustancias nutritivas y de agua, es la región en que están los pelos absorbentes, cercana al ápice.

La estructura interna varía mucho. La capa externa, pilífera desaparece y es reemplazada por tejidos más profundos. La región cortical se compone especialmente de parénquima. La endodermis y el periciclo son muy diferentes según la especie, así como el número y estructura de los haces vasculares. Algunas Gramíneas tienen raíces con fibras tan fuertes que pueden usarse para fabricar escobas y cepillos.

Hojas

La hoja está constituida de tres partes: vaina, cuello y lámina. La vaina, que sale del nudo del tallo, es una estructura cilíndrica o aplanada, abierta longitudinalmente, que cubre parcial o totalmente el entrenudo. Por su forma tubular o apla-

nada y por tener haces vasculares uniformes y numerosos, da una protección efectiva a la región basal del entrenudo. En algunas especies pratenses, las vainas en la parte inferior de un tallo de entrenudos cortos, tienen que crecer una encima de la otra y forman una base sólida. Las vainas también forman clorofila y mantienen reservas para la planta. El cuello, o sea la región en que termina la vaina y se inicia la lámina, es una banda horizontal angosta, formada por tejidos duros: haces vasculares y fibras de color claro; casi nunca hay células con clorofila. Esta parte tiene que resistir el peso y tensión a que está sometida la hoja. En el cuello se encuentra en la sección inferior, a manera de prolongación de la vaina, una estructura delgada y transparente, generalmente corta, la lígula; en los bordes de la vaina hay prolongaciones laterales, las aurículas. La tercera parte de la hoja, la lámina, es una estructura plana en la mayoría de las Gramíneas, delgada, con un nervio central y varios nervios menores paralelos. Los tejidos externos (epidermis) son diferentes en el lado superior e inferior. En el primero se presentan filas longitudinales de células de diferente tamaño, estructura y función. Las más interesantes son las llamadas buliformes, células grandes, de paredes delgadas, que sobresalen del nivel general de la hoja. Se creía que su función era absorber y descargar agua, produciendo en el primer caso la expansión de la lámina, y en el segundo, su arrollamiento para prevenir así la pérdida de humedad. Esa función no es exclusiva de estas células, sino también de las fibras y otros tejidos de las hojas. Los estomas, en ambas caras, están colocados en filas sencillas o dobles, y tienen una forma y estructura típicas. Hay otras clases de células superficiales, ocupadas por masas de sílice, o con espinas y pelos, que son también características de las diferentes especies. La región central de la hoja, el mesófilo, es angosta y está ocupada por células ricas en clorofila. La epidermis inferior es por lo común de estructura más simple que la superior.

Inflorescencia

La inflorescencia de las Gramíneas es una estructura muy compleja. El eje primario se divide en la mayoría de los casos en ramas secundarias y éstas en terciarias. La división clásica de la inflorescencia de las Gramíneas en panículas, racimos y espigas, es la más corriente aunque es difícil de aplicar en ciertos casos.

En la panícula el eje central se divide en ramas, más largas en la base. En los racimos las flores van sobre ejes cortos, mientras que en las espigas las flores van sentadas directamente sobre el eje central. Es muy frecuente en las Gramíneas que las inflorescencias sean asimétricas, con todas las espiguillas hacia un lado.

La unidad en la inflorescencia de las Gramíneas es la espiguilla, formada por un eje con dos glumas basales, y una o más flores. La flor puede presentar muchos arreglos diferentes de sus partes. Se compone de lema y palea; la primera puede estar muy reducida, pero siempre es reconocible. La palea puede faltar del todo. Estas partes fundamentales de la flor pueden adquirir formas y arreglos muy distintos, como se verá en cada una de las especies que se mencionarán más adelante.

Fruto

El fruto es una cariopsis, cuya cobertura formada por el pericarpo y la testa, rodea una sola semilla, la cual está constituida en su mayor parte de endosperma, con el embrión pequeño situado hacia la base. El endosperma es el tejido nutricio de que se alimentará la plántula en los primeros estados de su desarrollo, y está formado de células parenquimáticas cargadas de almidón. A menudo hay una capa externa de aleurona, rica en proteínas. El embrión está unido al endosperma por el escutelo, cuya función es disolver las sustancias nutritivas del endosperma y pasarlas al embrión o a la plántula en desarrollo. La parte central del embrión es el nudo cotiledonar, debajo del cual está la radícula, protegida por

una cobertura separada, la coleoriza. La radícula formará la raíz primaria de la plántula. Arriba del nudo está el hipocótilo, un cuerpo cilíndrico que termina en la plúmula; ésta se forma de una envoltura externa, el coleóptilo, que encierra los otros primordios foliares y el punto apical de crecimiento del tallo.

Reproducción

En las Gramíneas pratenses se presentan los dos tipos principales de reproducción: sexual, por el desarrollo de un embrión formado por la fertilización del óvulo por el núcleo generativo de un grano de polen, y asexual, llamada apomixis.

En la reproducción sexual se conocen especies de fertilización cruzada en que el polen de una planta fertiliza óvulos de otra, como ocurre en bermuda, *Cynodon dactylon*, *Setaria sphaecelata* y en la mayoría de los pastos de altura de origen euroasiático. El número de especies autofértiles es más reducido.

Con el nombre de apomixis se conocen todas las formas de propagación vegetativa, desde la más común en pastos que consiste en el enraizamiento de tallos o partes de macollas, hasta la más compleja, llamada agamosperma, que es frecuente en las Gramíneas tropicales. En este último caso la planta forma semillas sin que haya fertilización verdadera, o sea que no es necesario que el gameto que lleva el polen se una al del óvulo para formar una semilla. Esta se desarrolla sólo de los tejidos maternos, aunque en ciertos casos sea necesario el estímulo dado por el polen. Este tipo de reproducción es simplemente una multiplicación de la planta madre, como si se multiplicara por estolones o partes de macolla. La reproducción por agamosperma es de mucha importancia agronómica, pues permite propagar por semilla una planta madre de buenas características, obteniendo un linaje uniforme, comparable a un clon. Es frecuente, sin embargo, que plantas de

reproducción apomictica por agamosperma, den un número reducido de semillas. También ocurre que una especie de reproducción predominantemente apomictica puede reproducirse algunas veces por la forma sexual. Entre los pastos tropicales apomicticos por agamosperma, están el guinea, *Panicum maximum*; las *Brachiaris*; calingueiro, *Melinis minutiflora*; algunos tipos de rhodes, *Chloris gayana*; buffel, *Cenchrus ciliaris*; bahía, *Paspalum notatum*, y otros.

En ciertas especies puede haber tanto reproducción sexual como apomictica. Así en *Paspalum notatum* la propagación sexual del clon 'Pensacola' se hace por polinización cruzada, mientras que los tipos corrientes de 'Bahía' se reproducen apomicticamente. En rhodes, *Chloris gayana*, ocurre algo semejante. Otro tipo de reproducción apomictica que se presenta en algunas Gramíneas es la formación de bulbillos en la axilas de la inflorescencia, que forman plantitas perfectas, hasta con raíces.

Nomenclatura

La nomenclatura en español para las Gramíneas pratenses es muy pobre. No existe un término común para ellas, equivalente al inglés "grass" por ejemplo, que tenga uso general. Sólo la palabra nahuatl "zacate" reune esa condición, pero es usada únicamente desde México a Costa Rica. En Panamá se les llama paja y se dice paja seca o paja verde; en otros países, hierba o pasto, que son términos de muy diferente acepción; en Perú se usa grass. Los nombres vulgares tienen también mucha variación regional, y al discutir las diferentes especies se indicarán los más corrientes.

Clasificación

La familia de las Gramíneas es la más vasta y compleja de todas. Se divide en dos grandes subfamilias: PANICOIDEAS y POOIDEAS, las cuales a su vez se dividen en tribus y géneros. A continuación se discuten las especies más importantes en los trópicos como forrajeras.

SUBFAMILIA PANICOIDEAS

Tribu Andropogóneas

Esta tribu comprende un buen número de especies forrajeras. Además incluye las cañas de azúcar: *Saccharum officinarum*, *S. sinense*, que se utilizan ampliamente para forraje, en especial la segunda, llamada caña japonesa, y varias especies de sorgos.

GAMBIA, *Andropogon gayanus* (Fig. 14.12), originario de Africa tropical, forma macollas compactas, hasta de 2 m. de alto. Las hojas largas, hasta de 2 cm. de ancho, son en algunos tipos muy angostas en la base de la lámina. Las inflorescencias formadas por racimos apareados, miden de 5 a 10 cm. de largo, y presentan en la gluma inferior un surco longitudinal profundo; la lema tiene una arista larga (2 a 3 cm.) y retorcida. Las espiguillas

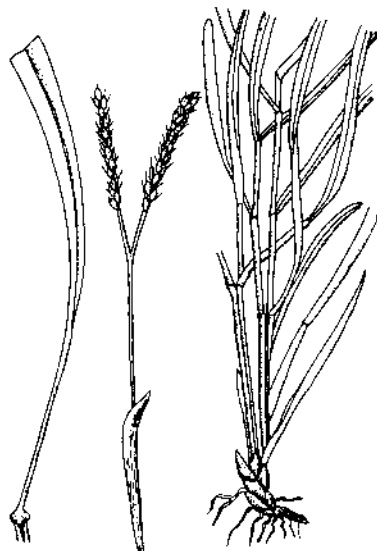


Fig. 14.12. *Andropogon gayanus*, gambia.

son pediceladas, con las glumas planas de aristas cortas. Se conocen en Africa numerosos linajes de esta especie. Se le ha introducido a Brasil, y se le considera de valor por la alta producción de forraje y su resistencia a la sequía.

JARAGUA, *Hyparrhenia rufa* (Fig. 14.13), jaragua, yaraguá, provisor, puntero. El jaragua es nativo de Africa tropical, donde crece de preferencia en zonas húmedas. Forma macollas compactas, hasta de 2 m. de alto. Las hojas duras, lisas o poco pubescentes, a menudo se arrollan longitudinalmente. Las inflorescencias son muy complejas. Consisten en panículas cuyos racimos tienen espigas grandes, verdes o rojizas. Hay dos espiguillas, una sésil, otra pedicelada. Lo más notable son los pelos finos, rojos o blancos, cortos, de los pedúnculos de las espiguillas, y las aristas largas, de 7 a 12 en cada par de espiguillas, rojas o amarillas, muy retorcidas, que llegan a medir hasta 3 cm. de largo. Florece en días cortos. Propagación por semilla o cortes de macolla.

El género *Hyparrhenia* contiene varias especies utilizadas en Africa como pastos naturales. Sólo una de ellas, *H. rufa*, se ha introducido en América, donde se ha naturalizado ampliamente. Se adapta bien

a regiones de estaciones alternas. La producción abundante de semillas, que son arrastradas por el viento, le ha permitido competir con las Gramíneas nativas, a las que elimina fácilmente. Se adapta al sistema de manejo de pastos común en los trópicos, en que las quemas anuales tienden a destruir a las especies perennes, pues las macollas viejas del jaragua resisten el fuego y la abundancia de semillas restablece las poblaciones después de las quemas.

Tribu Maideas

El maíz y otras especies afines, como el teocinte, se usan como forraje en todos los países tropicales. Se ha sugerido que la introducción del ganado vacuno a México pudo terminar con algunos de los tipos silvestres más cercanos al maíz. Algunas Maideas de Oriente, como Coix, se plantan también como pastos de corte.

Tripsacum (Fig. 14.14). En este género americano hay 2 plantas forrajeras usadas



Fig. 14.13. *Hyparrhenia rufa*, Jaragua, yaraguá.

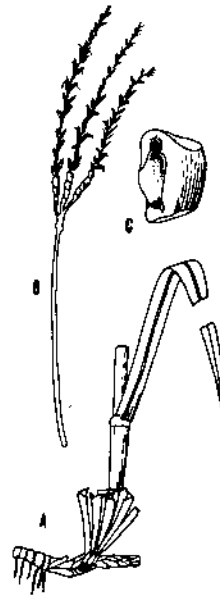


Fig. 14.14. *Tripsacum* sp., prodiósico, pasto guatemala. A, macolla. B, inflorescencia. C, flor.

como pasto de corte: prodigioso, *T. latifolium*, y pasto de Guatemala, *T. fasciculatum* (*T. laxum*). Los *Tripsacum* son gramíneas perennes, que forman macollas grandes, con tallos cortos y suculentos, que brotan de rizomas basales. Producen gran cantidad de follaje, pues cada tallo lleva de 10 a 20 hojas grandes, hasta de 2 m. de largo. En *T. fasciculatum* miden de 5 a 8 cm. de ancho, en *T. latifolium* de 3 a 6 cm. En *Tripsacum* la inflorescencia terminal lleva una o varias ramas; en éstas las espiguillas estaminadas están en la porción superior y las pistiladas en la inferior. En *T. fasciculatum* las espiguillas estaminadas son sueltas; en *T. latifolium* son compactas.

A pesar de la gran cantidad de follaje que producen, los *Tripsacum* son pastos poco apreciados debido a su bajo valor alimenticio.

Brachiaria brizantha (Fig. 14.15) Perenne; de los rizomas subterráneos cortos salen numerosos tallos aéreos, simples o poco ramificados, que forman macollas más o menos compactas, hasta de 0,5 m. de diámetro por 1,5 a 2 m. de altura, de

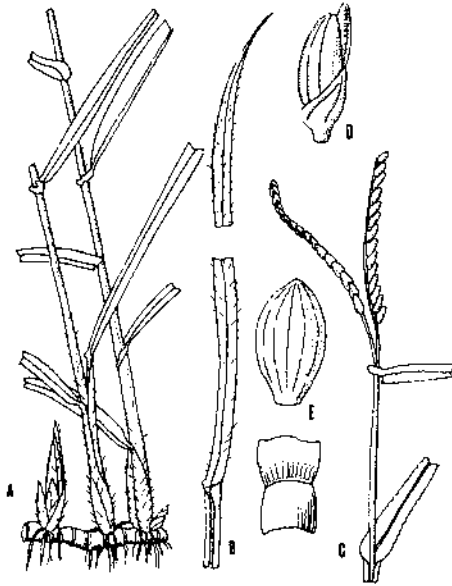


Fig. 14.15. *Brachiaria brizantha*, A. porte. B. hoja. C. inflorescencia. D. espiguilla. E. semilla.

follaje verde oscuro. Las hojas miden de 20 a 40 cm. de largo por 1 a 2 cm. de ancho, y son de superficie lisa o peluda, y bordes duros y ásperos. La inflorescencia está formada por varios racimos solitarios, de 4 a 10 cm. de largo, encorvados, con las espiguillas de un solo lado. El raquis está provisto de pelos finos y numerosos. Las espiguillas oblongas a elípticas, gruesas, de 4 a 6 mm. de largo, de pedúnculo muy corto, están alineadas en filas sencillas o dobles. Las 2 glumas son de tamaño muy diferente; la inferior muy corta, no llega ni a la mitad de la longitud de la espiguilla, mientras que la superior es casi tan larga como ésta. Las glumas encierran 2 flores: una basal, estaminada, y otra superior, bisexual.

En este género hay otras especies forrajeras. Además de *B. brizantha* se cultiva *B. puzizensis*, que se diferencia de la primera por sus tallos rastreros, y se considera superior como forrajera.

Las *Brachiaris* son de reproducción apomictica. Producen pocas semillas fértiles, y tienen a menudo que ser propagadas por cortes de macollas. A pesar de eso la expansión de su cultivo en los países tropicales, en Ceilán, por ejemplo, ha sido muy rápida. Son de alta resistencia a la sequía y de follaje abundante y nutritivo, que el ganado acepta gustoso.

BUFFEL, *Cenchrus ciliaris* (Fig. 14.16), se ha extendido recientemente en los trópicos y subtrópicos por su alta resistencia a la sequía. Es una planta de macolla, con el rizoma corto y muy duro, y raíces numerosas y largas. Los tallos alcanzan hasta 1,20 m. de altura y son muy ramificados. Las hojas de color verde azulado, miden de 5 a 30 cm. de largo por 0,5 a 1 cm. de ancho, son lisas o de pubescencia fina, y terminan en un ápice muy agudo. La inflorescencia es una espiga de 5 a 15 cm. de largo, verde o purpúrea. En este género la inflorescencia es un grupo de espiguillas que tienen en la base un involucre, estructura formada por setas o agujillas unidas en su parte inferior, cuyos extremos son de color rojizo o purpúreo.

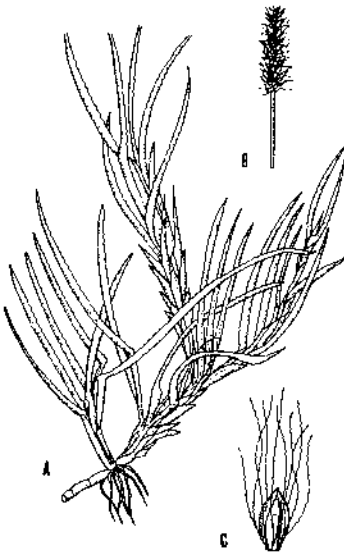


Fig. 14.16. *Cenchrus ciliaris*, bufel. A, porte. B, inflorescencia. C, espiguilla.

Las espiguillas contienen 2 flores diminutas, la inferior estaminada, la superior bisexual.

Cenchrus ciliaris es un magnífico pasto para las zonas secas, de alto valor nutritivo, especialmente en proteínas. Es una especie apomíctica, formada por linajes numerosos de muy diferentes características.

PANGOLA, *Digitaria decumbens* (Fig. 14.17), es una Gramínea estolonífera, perenne, de tallos aéreos muy ramificados, que emiten raíces de los nudos inferiores. Los tallos aéreos llegan a medir hasta 1,5 m. de alto. Las hojas, lisas o peludas, tienen láminas hasta de 30 cm. de largo por 0,5 cm. de ancho. La inflorescencia mide de 10 a 20 cm. de largo y se compone de 3 a 12 racimos hasta de 3 cm. de largo cada uno, que salen de la parte superior del eje. Las espiguillas son finas y planas, de 3 mm. de largo, lisas o con pubescencia muy fina. Contienen 2 flores minúsculas.

El pangola es nativo de Transvaal, África del Sur. Es posiblemente una forma de la especie *Digitaria pentzi*, de la que se



Fig. 14.17. *Digitaria decumbens*, pangola. A, porte. B, espiguilla.

conocen muchos otros tipos. Hay formas que tienden a producir más estolones que otras. El llamado pangola gigante ha sido considerado como especie diferente, *Digitaria valida*, pero es posiblemente otra forma de *D. pentzi*, caracterizada por un porte más robusto, pues las hojas llegan a medir 50 cm. de largo por 1 cm. de ancho. Los estolones tienen también más pubescencia que las formas corrientes del pangola.

El pangola fue introducido en América tropical hace unos 25 años, y se ha extendido muy rápidamente. Como Gramínea para pastoreo ha desplazado a la mayoría de los otros pastos, especialmente en las regiones húmedas.

PASTO CARIBE, *Eriochloa polystachya*, janeiro o malojilla, crece por lo general asociada con pará, *Panicum purpurascens*, en las tierras bajas y húmedas de los trópicos americanos. Es una especie estolonífera, con cañas hasta de 1 a 2 m. de largo, peludas en los nudos. La inflo-

rescencia terminal es una panícula, formada por ramas abiertas, que llevan espiguillas en pares.

CALINGUEIRO, *Melinis minutiflora* (Fig. 14.18) melado o gordura, fue introducido de Africa hace varios siglos a Brasil, en donde se naturalizó tan bien que se ha creído nativo de ese país. Es una hierba baja, poco ramificada; los tallos, que emiten raíces en los entrenudos inferiores, tienden por lo común a doblarse, pero si crecen en forma densa se levantan verticalmente. Las hojas, que miden hasta 18 cm. de largo y 1,5 cm. de ancho, tienen áreas rojas o purpúreas y están cubiertas de pubescencia fina. Los pelos del follaje exudan un aceite de olor característico. Las panículas miden de 10 a 20 cm. de largo y son ramificadas y poco compactas. Las espiguillas, muy menudas, de cerca de 2 mm. de largo, son de color púrpura; de ellas sobresale la arista de la lema que llega a medir hasta 15 mm. de largo.

Melinis minutiflora es perenne en su habitat natural en Africa. En los trópicos americanos, en ciertas localidades, se com-

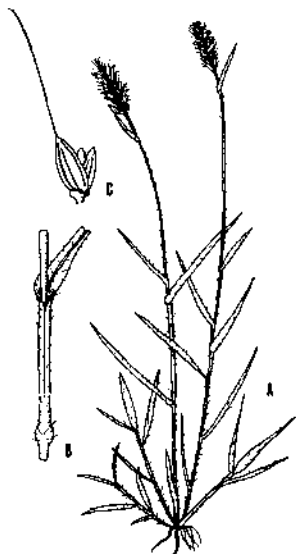


Fig. 14.18. *Melinis minutiflora*, calingueiro, melado. A, porte. B, tallo y hoja. C, espiguilla.

porta como anual, pero al secarse después de florecer es reemplazado por numerosas plantas nuevas provenientes de semillas. Florece en días cortos.

En Africa se han encontrado tipos muy diferentes, de crecimiento compacto o rastroso, hojas cortas o largas, con o sin aristas en las espiguillas, y aún algunos que carecen de las glándulas de aceite. Varios de ellos pueden ser superiores al linaje corriente que se ha extendido por América, Asia y gran parte de Africa, y que es altamente uniforme. *Melinis minutiflora* es autofértil, probablemente apomictico.

GUINEA, *Panicum maximum* (Fig. 14.19), planta de macollas grandes, hasta de 1,5 m. de diámetro, formadas por vástagos aéreos que salen de rizomas cortos. La altura de la macolla llega a veces hasta 2 m.; los tallos aéreos son rectos, duros, y con hojas en toda su longitud. El tamaño y textura de las hojas varía mucho; hay tipos de hojas anchas hasta de 4 cm., y angostas, de 1 a 2 cm. de ancho. La pubescencia puede ser escasa o abundante. Los bordes de la lámina son duros e irregulares. La panícula mide de 10 a 40 cm. de largo y es de forma cónica, poco compacta. Las ramillas son delgadas, y



Fig. 14.19. *Panicum maximum*, guinea. Porte, inflorescencia y espiguilla.

salen en grupos alrededor de un engrosamiento corto del raquis. Las espiguillas oblongas, miden de 3 a 4 mm. de largo, y son purpúreas o verdes. La gluma inferior es muy corta, la superior cubre las flores y tiene 5 nervios longitudinales. Frente a ella está la lema de la flor estaminada, que tiene opuesta una palea delgada, y entre ambas quedan los estambres. La flor fértil está cubierta por una lema, que se reconoce por tener arrugas transversales, y por la palea opuesta, de aspecto similar.

El pasto guinea es originario de Africa. En ese continente y en América, especialmente en Brasil, se reconocen muchos tipos distintos por el porte bajo o alto; textura del follaje; duración para florecer, y otros caracteres. Se conoce un tipo anual. Uno de los más interesantes es la variedad *trichoglume*, o guinea fino. En ella las hojas salen de la parte superior de los vástagos y son finas y largas, y las espiguillas son pubescentes. Esta variedad se adapta como Gramínea de pastoreo o piso, mientras que las variedades más comunes se usan como pastos de corte. Otros como 'Sempreverde' se caracterizan por su mayor resistencia a la sequía.

El pasto guinea forma semilla apomí-

tica. Es escasa y al nacer reproduce exactamente los caracteres de la planta madre; puede haber un bajo porcentaje de semilla híbrida. El guinea se reproduce en general por estacas basales, cortadas de la cepa.

PARA, *Panicum purpurascens* (Fig. 14.20), o malojillo, un pasto estolonífero perenne, originario de Africa tropical. Crece primero horizontalmente, y sus estolones cubren hasta 5 m. de radio. Una vez que los tallos rastreros han enraizado en los nudos, brotan de éstos los vástagos aéreos, que alcanzan hasta 2 m. de altura. El pará soporta bien las inundaciones, y en los terrenos húmedos forma buenos potreros, mezclado con *Eriochloa polystachya*, una especie muy similar en sus hábitos de crecimiento.

Esta especie se coloca por algunos autores en el género *Brachiaria*, con el nombre de *B. mutica*.

BAHIA, *Paspalum notatum* (Fig. 14.21), jengibrillo o cañamazo, originario de América tropical; es un pasto bajo, cespitoso, perenne, que se extiende por rizomas, de los que brotan vástagos verticales cortos. Las vainas largas de las hojas cu-

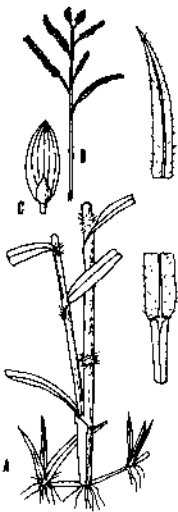


Fig. 14.20. *Panicum purpurascens*, pará. A, porte. B, inflorescencia. C, espiguilla.

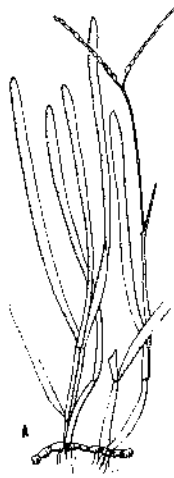


Fig. 14.21. *Paspalum notatum*, jengibrillo. A, porte.

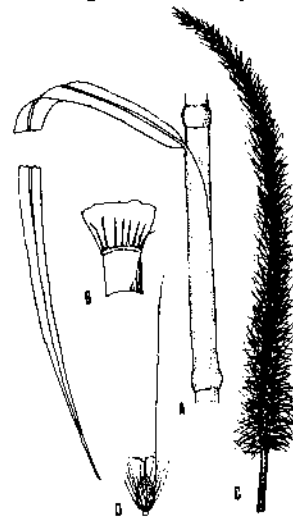


Fig. 14.22. *Pennisetum purpureum*, elefante, napier. A, tallo y hoja; B, ligula; C, inflorescencia. D, espiguilla.

bren los tallos en la parte inferior; las láminas miden hasta 15 cm. de largo y 8 mm. de ancho; son lisas o pubescentes. La inflorescencia está formada por un par de espigas, de 3 a 9 cm. de largo. Las espiguillas son oblongas, de 3 a 4 mm. de largo, lisas y verdes.

En esta especie hay diferentes tipos. El más notable es 'Pensacola' un cultivar diploide, de hojas más delgadas, autoestéril y de polinización cruzada. Los tipos más corrientes de bahía son tetraploides.

ELEFANTE, *Pennisetum purpureum* (Fig. 14.22), napier, gigante o merkerón, es una planta alta, hasta de 7 m., perenne, de tallos largos, sólidos, por lo común de 1,5 a 2,5 m. de longitud, ramificados en la parte superior. Hojas hasta de 1 m. de largo y de 2 a 4 cm. de ancho, pubescentes, de márgenes duros y aserrados. La inflorescencia es una espiga de 5 a 30 cm. de largo, cubierta densamente de espiguillas. En la base de éstas hay una corona de cerdas o pelos, uno de ellos más largo. Cada espiguilla contiene de 1 a 5, por lo general 2 flores, la inferior estaminada o estéril.

Se conocen muchos clones de esta especie. Algunos como los 'Napier', bajos y compactos; otros como 'Merker', altos y

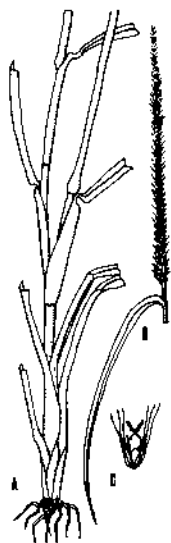


Fig. 14.23. *Setaria sphaecelata*, nandi.

de pocos tallos. En los últimos años los híbridos de esta especie con *Pennisetum typhoides*, llamado también *P. glaucum*, se han expandido mucho en los trópicos americanos. Son más vigorosos, de follaje oscuro, casi azulado. *P. purpureum* tiene 28 cromosomas somáticos, *P. typhoides*, 14 cromosomas. Los híbridos resultantes son de 21 cromosomas, pero se han obtenido de ese híbrido tipos tetraploides, de $2n=42$, que por su vigor y rendimiento son preferidos al tipo original. Se les conoce con el nombre de elefante híbrido.

NANDI, *Setaria sphaecelata* (Fig. 14.23), nandi setaria, es un pasto africano poco conocido en América tropical. Forma una macolla alta, de tallos gruesos, de 60 a 150 cm. de largo, ramificados basalmente. A veces la macolla se extiende por estolones cortos. Las hojas suaves, de color verde oscuro, miden de 10 a 14 cm. de largo por 0,5 a 1,5 cm. de ancho. La panícula es larga, delgada y compacta, de 10 a 30 cm. de longitud, con muchas cerdas anaranjadas, amarillas o marrones.

Esta especie es muy variable. Es de polinización cruzada y en Africa se han seleccionado varios tipos superiores. Se la considera muy buen pasto de piso, y tiene una adaptabilidad amplia a diferentes clases de suelo.

SAN AGUSTIN, *Stenotaphrum secundatum* (Fig. 14.24) pasto americano, es

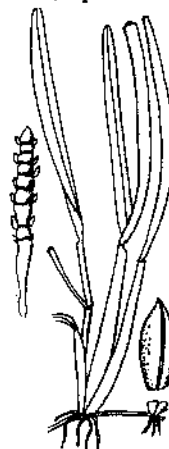


Fig. 14.24. *Stenotaphrum secundatum*, San Agustín.

originario del área caribe en América tropical. Es un pasto bajo, que se propaga por rizomas y estolones. Las vainas de las hojas son planas y envuelven completamente los tallos; la lámina de 3 a 5 cm. de largo, está doblada en la base y es plana en la parte superior. La inflorescencia tiene la forma de una espiga carnosa, con un lado plano, y en el otro se insertan las espiguillas, hundidas en el raquis.

El pasto san agustín crece bien en suelos arenosos. Se usa también para césped y jardines.

ALFOMBRA, *Axonopus compressus* (Fig. 14.25), zacate amargo, especie americana, perenne, que se extiende por rizomas y estolones. Los tallos y vainas de las hojas son comprimidos, casi planos. Las láminas, de 5 a 20 cm. de largo y 6 a 12 mm. de ancho, son dobladas en la base y planas arriba, lisas o con pubescencia escasa. La inflorescencia sale de los nudos inferiores; el eje es delgado y fino y termina en 2 a 5 espigas finas. Las espiguillas están colocadas en 2 filas, son elípticas y miden de 2 a 3 mm. de largo.

IMPERIAL, *Axonopus scoparius*, micay. Un clon de esta especie es el pasto americano que más se cultiva en las partes

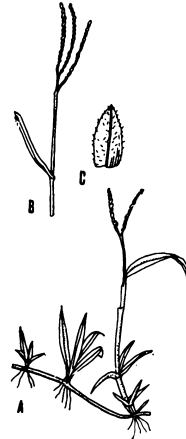


Fig. 14.25. *Axonopus compressus*, alfombra, pasto amargo.

altas de los trópicos americanos. Es una planta de macolla, de propagación vegetativa, con follaje abundante, suave y de alta palatabilidad. El imperial se siembra más bien como pasto de corte. Los tallos aplanados, carnosos, y las hojas grandes, de color verde amarillento, constituyen uno de los mejores forrajes. La inflorescencia, como en la especie anterior, es un eje delgado que termina en 3 a 5 ramas o espigas. La germinación de las semillas es muy baja.

SUBFAMILIA POIDEAS

Tribu Clorídeas

RHODES, *Chloris gayana*, originario de África del Sur, el rhodes es un pasto de macolla, que se extiende por estolones cortos. Se ramifica mucho en la base, y forma una cepa compacta, con vástagos finos, hasta de 0,5 m. de alto. Las inflorescencias llevan de 5 a 20 espigas, en pedúnculos largos, y salen en forma digitada de un raquis muy corto.

Esta especie es muy variable. En África se han seleccionado varios linajes superiores. Se propaga por semilla, y la polinización cruzada parece ser normal; la

propagación vegetativa se hace por esquejes de las macollas. No ha llegado a tener en América tropical la importancia de los otros pastos africanos, como el jaragua o pangola; se siembra especialmente en las tierras altas.

BERMUDA, *Cynodon dactylon*, capim de burro o grama, es un pasto cespitoso, que se propaga por estolones y rizomas. Los tallos verticales miden de 5 a 40 cm. de alto, con hojas glabras o poco pubescentes. La inflorescencia termina en 3 a 6 espigas, con espiguillas minúsculas, de 2 a 3 mm. de largo.

El bermuda no es un pasto importante en los trópicos americanos, pero constituye una de las peores malezas en los campos de cultivo, pues el tipo introducido originalmente produce tanto estolones como rizomas de gran vigor y longitud. En Africa existen tipos que sólo se propagan por estolones, y son los preferidos para establecer potreros.

Se conocen linajes superiores por el vigor, tipo de hoja y calidad de forraje, como el llamado bermuda gigante. El bermuda es de polinización cruzada y por lo tanto los tipos superiores deben propagarse vegetativamente.

Cynodon plectostachyum, llamado pasto estrella, es parecido al anterior, aunque

más alto y de follaje más suave. Se distingue por tener las espigas de la inflorescencia en varios grupos, mientras que en el bermuda salen de un solo punto o rara vez de dos.

Tribu Sporoboleas

Sporobolus indicus pasto de origen americano, de importancia secundaria. Forma macollas, con hojas erectas, finas y duras. La inflorescencia es delgada y larga, formada de ramillas cortas y compactas. Este y otros congéneres, que crecen desde el nivel del mar hasta los 1000 m., formaban parte importante de los potreros originales, y están siendo reemplazados por los pastos exóticos.

GRAMINEAS PRODUCTORAS DE ACEITES ESENCIALES

Ciertas especies de Gramíneas, en particular Andropogóneas de los trópicos asiáticos, tienen la propiedad de formar y acumular aceites esenciales en las hojas, tallos, raíces y aún en las glumas. Estos aceites contienen aromas característicos, que se advierten cuando se rompen las partes de la planta en que están contenidos.

Las principales son:

aceites especialmente en las hojas:

citronela: *Cymbopogon nardus*

pasto limón: *C. citratus*

C. flexuosus

palmarosa: *C. martini*

aceites en las raíces:

vetiver o pasto violeta: *Vetiveria*

zizanoides

El uso de estos aceites en perfumería y medicina es muy antiguo. Una especie asiática, el pasto de camellos, *Cymbopogon schoenanthus*, fue usado como perfume en las tumbas de los faraones. En el siglo pasado se inició la extracción de los aceites esenciales utilizando un método muy

simple: calentar las hojas y recoger el aceite por destilación. Se intensificó su uso en la fabricación de jabones; en perfumería para servir de base en la elaboración de esencias costosas; como repelente de insectos, y en la síntesis de varios productos químicos como mentol y ciertas vitaminas. Un uso popular en América y Asia, es la preparación de una tizana, llamada té de limón, usando hojas de *Cymbopogon citratus*.

El consumo industrial de estos aceites esenciales alcanzó su máximo después de la segunda guerra mundial. En América se producen comercialmente en Guatemala, la cual reemplazó a las áreas más importantes de producción de la preguerra, Java y Ceilán.

Las características morfológicas de las especies productoras de aceite en los géneros *Cymbopogon* y *Vetiveria* son muy similares en sus partes vegetativas. Son gramíneas perennes, de macollas compactas, con rizomas cortos, sin tallos aéreos, hojas duras y erectas, que en la madurez tienden a doblarse. Los aceites se hallan en el mesófilo, como productos de acumulación, y ocupan bandas de células de

varias capas de espesor, que se pueden percibir en el lado superior de la hoja por su color más claro. La acumulación de aceites es más activa en las hojas jóvenes. Los pastos de aceite presentan una tendencia a florecer tardía e irregularmente, y producen semilla normal en raras ocasiones. Por eso su propagación se hace por cepas cortadas de las macollas.

No se conocen en estado silvestre, y en cultivo se han seleccionado clones de diferentes características.

CITRONELA, *Cymbopogon nardus*, es la especie de mayor importancia comercial. Su cultivo se originó en India. El aceite extraído contiene geraniol y citronellol, utilizados en perfumería, jabonería, y preparación de insecticidas y repelentes.

Las plantas, de follaje verde claro, miden de 1 a 3 m. de alto. Se reconocen dos tipos: 'Lenabatu', de Ceilán, con hojas delgadas de márgenes duros, que produce un aceite inferior, y 'Mahapangiri', llamado citronela de Java, que da un aceite superior, aunque su rendimiento es más bajo. Este segundo tipo, que es el que se siembra corrientemente en América, pertenece según algunos autores a una especie distinta, *C. winterianus*.

PASTO LIMON, *Cymbopogon citratus*, se halla muy difundido en América tropical. De esta especie se obtiene un aceite que se utiliza en perfumería, jabonería y

como pulidor. Tiene numerosos usos en medicina doméstica y en la preparación de bebidas populares.

El pasto limón crece en macollas compactas, hasta de 2 m. de alto, formadas por muchos tallos cortos, estériles, que salen de rizomas pequeños. Las hojas, de 20 a 100 cm. de largo y 1 a 1,5 cm. de ancho, tienen los bordes duros, y el nervio central fuerte en la sección basal. Las inflorescencias son largas, hasta de 60 cm. y pendientes, con espatas grandes en la base de los grupos de espiguillas.

PALMAROSA, *Cymbopogon martini*, se cultiva en India para la extracción de aceite rico en geraniol, que se usa en jabonería por su olor a rosas.

VETIVER, *Vetiveria zizanoides*, pasto violeta. Especie utilizada por sus raíces, que contienen un principio aromático. De ellas se extrae el aceite de vetiver, usado en perfumería. En América como en Asia, se utilizan las raíces para dar olor agradable a la ropa, y se cree que ahuyenta los insectos.

El vetiver forma macollas compactas, con sistema radical corto y profundo. Las hojas son erectas, finas y duras, de color verde oscuro. Las raíces, fibrosas y duras, contienen un aceite esencial de olor característico, localizado en la endodermis y en las paredes de los tejidos lacunares de la región cortical. No hay aceites ni en la corteza ni en el centro de la raíz. El vetiver se cultiva como ornamental, y en franjas para el control de la erosión.

BAMBUES

América tropical es pobre en bambúes. No hay en esta región ni la variedad de tipos ni la utilización intensiva que tienen los bambúes en las regiones tropicales de Asia. La única excepción es el uso de la guadua, *Guadua angustifolia*, en la zona occidental de Colombia y Ecuador, donde se la cultiva y utiliza intensamente.

El bambú más distribuido en América tropical es una especie asiática, *Bambusa vulgaris*. Se siembra tanto el clon de cañas amarillas rayadas de verde, como el verde uniforme. Del punto de vista utilitario esta especie no es la más conveniente por el tamaño y grosor de las cañas, y en particular por carecer de resistencia a

los insectos minadores. En las últimas décadas se han introducido a América otros bambúes superiores, especialmente del género *Phyllostachys*.

Morfología general

El término bambú, de origen malayo, se aplica a las gramíneas de cañas duras, generalmente huecas. Son por lo común plantas muy altas, aunque hay bambúes también de pocos decímetros de altura. La mayoría de ellos forman macollas densas, de tallos erectos y sin ramificación basal aunque hay también bambúes trepadores, de tallo flexible.

Rizoma

La forma general de la planta depende del tipo de crecimiento del rizoma. En el bambú corriente, *Bambusa vulgaris*, el rizoma es un órgano muy complejo, compuesto de muchas secciones cortas en forma de mazas, con la base angosta formada por entrenudos cortos y cubiertos de escamas y la parte apical más ancha, con numerosas raíces y brotes nuevos. De uno de éstos, generalmente lateral, se desarrollan una o más secciones de rizoma, por las cuales se extiende subterráneamente la planta, mientras que de una yema terminal brota una caña o vástago aéreo. De esta manera una macolla de bambú puede extenderse considerablemente y vivir muchos años, pues los tallos aéreos o subterráneos que se secan y desaparecen son reemplazados por brotes nuevos. En el bambú común el crecimiento de los rizomas es lento y la macolla compacta. En otras especies los rizomas crecen por debajo de la tierra y brotan tallos superficiales a distancia de la planta original, formando una macolla extensa y poco densa.

Raíces

Los bambúes emiten gran cantidad de raíces en la región inferior de los entrenu-

dos de las cañas. En los rizomas aparecen también en la parte basal o angosta, en filas más o menos regulares, y en la porción terminal salen en todas direcciones sin orden alguno. Las raíces subterráneas en el rizoma son de forma muy irregular y tienen ramificaciones laterales absorbentes. De las cañas o tallos aéreos brotan raíces cilíndricas o aplanadas, que al llegar al suelo se ramifican también. En una raíz vieja la parte externa es la hipodermis, delgada pero resistente, compuesta por varias capas de células de paredes gruesas. Debajo de ella está la región cortical, que contiene lagunas o espacios aéreos separados por bandas radiales de parénquima. Toda esta región cortical tiende a desaparecer conforme envejecen las raíces. El centro de la raíz se forma de una banda externa fuerte, de colénquima, en que hay muchos vasos grandes de xilema. Hacia el centro los tejidos son más suaves, y con frecuencia se desintegran, dejando un espacio vacío.

Tallo aéreo

La característica más notable de los bambúes es el gran desarrollo de los tallos aéreos, que llegan a alcanzar hasta 40 m. de alto en algunas especies. En la mayoría de los bambúes los tallos salen de brotes del rizoma y no se ramifican en otros tallos secundarios. Un rizoma de crecimiento horizontal, se dobla en el extremo y forma el brote aéreo, cubierto al principio por numerosas escamas. Estos brotes son comestibles en muchas especies y en Asia se plantan huertas de bambú con el propósito de recolectar los brotes tiernos. Cualquier obstáculo, una piedra por ejemplo, puede cambiar la dirección de crecimiento del rizoma, y transformarlo en un brote aéreo, pero son factores internos de la planta los que por lo general determinan ese proceso.

El tallo aéreo como en las otras Gramíneas, se forma de nudos y entrenudos cilíndricos, y con pocas excepciones es hueco al centro.

La relación de longitud a diámetro del

entrenado determina que los tallos sean relativamente delgados. El largo de los entrenudos varía mucho, siendo menor en la base y en la porción terminal de las cañas. En una especie asiática se han medido entrenudos hasta de 1,30 m. de largo.

El grosor del tallo aéreo está determinado por el diámetro del rizoma de que sale, pues no se ensancha aunque viva muchos años. Los tallos viejos son los más delgados, pues la planta dispone de mayores reservas y de un sistema radical más desarrollado para los brotes posteriores. La rapidez con que crecen los tallos del bambú es quizás la mayor en todas las plantas. Se han registrado casos de tallos que crecen hasta 80 cm. en un día; elongaciones de 30 a 60 cm. son corrientes. La época de crecimiento más intenso es la estación lluviosa y las cañas alcanzan su altura definitiva de las 6 a las 12 semanas.

La característica fundamental de los bambúes es la dureza de las paredes del tallo. Así puede haber bambúes de pocos decímetros de alto, pero de cañas muy duras. Esa dureza se debe a que todos los tejidos están impregnados de sílice. Tal es la cantidad de esa sustancia que al cortar tallos de bambú se gasta rápidamente el filo de una herramienta del mejor acero, y las astillas de ciertas especies se utilizan en Oriente para afilar cuchillos. La sílice puede encontrarse aún fuera de los tejidos, en el centro vacío del entrenudo, en forma de polvo fino. Se acumula en masas grandes llamadas tabashir, sobre los tabiques que separan los entrenudos.

La estructura del tallo en una planta adulta no difiere esencialmente de las otras Gramíneas. La pared externa de la epidermis es muy gruesa, y debajo de ella, como en la caña de azúcar, hay una zona de fibras finas en cordones, que alternan con tejidos más suaves. Conforme se avanza hacia el centro, los cordones de fibras se van haciendo más angostos. Los haces vasculares, de diferente diámetro, están forrados por bandas de esclerenquima; en el xilema hay 2 ó más vasos muy grandes y el floema ocupa un espacio reducido.

Ramificación

Los bambúes producen ramillas laterales que salen de los nudos, a veces en grupos o distribuidas a todo su alrededor. En algunas especies hay espinas largas en los nudos, que son ramillas modificadas.

Hojas

De cada nudo sale una vaina envolvente. En los brotes basales las vainas dan protección y solidez al tallo joven; en los vástagos aéreos cubren las yemas, aunque caen rápidamente. Las vainas son en realidad hojas completas, formadas de una base envolvente bien desarrollada, y de lígula y lámina muy reducidas. Son de tamaño y forma diferentes según la especie, lo que permite usarlas para identificación de éstas. Algunas vainas alcanzan gran tamaño, hasta 40 cm. de largo por 50 cm. de ancho. La lámina es angosta y larga, con frecuencia de superficie muy irregular, especialmente en los nudos basales.

Las hojas del bambú son por lo general pequeñas en comparación con el tamaño de la planta, y se renuevan continuamente. En las ramillas están colocadas en un mismo plano y en posición alterna. Se componen de vaina, cuello y lámina; en algunos bambúes el peciolo es cilíndrico. En *Bambusa vulgaris* las hojas son lanceoladas, de 3 a 15 cm. de largo. Hay diferencia de textura entre los dos lados de la lámina, la cual puede observarse mejor si se humedece la hoja; el lado superior permanece húmedo, mientras que en el inferior el agua escurre totalmente. En el último la superficie es muy irregular; está cubierta de laminillas y pelos que encierran una capa de aire, la cual no deja penetrar el agua. En esa forma el bambú, que en su habitat natural vive en ambientes muy húmedos, puede transpirar continuamente.

Floración

Los grandes bambúes florecen sólo una vez, en períodos que varían de 30 a 40

años. Una macolla que va a florecer deja de formar nuevos tallos unos meses antes de la floración. Si se han propagado vegetativamente todas las plantas de un clon, cualquiera que sea su tamaño, edad y lugar, florecerán al mismo tiempo. Los bambúes producen gran cantidad de polen y semillas; estas últimas constituyen un magnífico alimento y se ha registrado un caso en India en que una sola macolla produjo más de 300 libras.

Bambusa vulgaris florece muy poco en América. Sus espiguillas salen en grupos de los nudos de tallos delgados y pendientes.

Principales grupos de bambúes

Hay numerosos géneros de bambúes en los trópicos de Oriente. *Phyllostachys* incluye varias especies comerciales de tallos altos y gruesos, resistentes a ataques de insectos. En *Bambusa* hay 2 ó 3 especies muy corrientes. *Arundinaria* y *Dendrocalammus* contienen tipos de diferente porte y utilización.

Además de los usos corrientes en construcción, fabricación de muebles y canastas, recientemente se han utilizado ciertas especies para la elaboración de pulpa para papel. Muchos bambúes son de valor ornamental y en muchas especies se consumen los brotes jóvenes, a manera de espárragos.

REFERENCIAS

- ANGLADETTE, A. Le riz. Paris, Maisonneuve & Larose, 1966. 930 p.
- ARTSCHWAGER, E. y BRANDES, E. W. Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). Origin, classification, characteristics, and descriptions of representative clones. Washington, U. S. Government Printing Office, 1958. 307 p. (U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook no. 22).
- BOR, N. L. The grasses of Burma, Ceylon, India and Pakistan (excluding Bambuseae). New York, Pergamon, 1960. 767 p.
- CARIBBEAN RESEARCH COUNCIL. COMMITTEE ON AGRICULTURE, NUTRITION, FISHERIES AND FORESTRY. Grasses and grassland management in the Caribbean. Washington, 1946. 68 p. (Caribbean Research Council. Crop inquiry series no. 2).
- CARVALHO E VASCONCELLOS, J. DE. O arroz; estudo botânico. Lisboa, Ministerio de Economía, 1953. 304 p. (Publicações da Comissao Reguladora do Comércio de Arroz, Portugal 19).
- CERIGHELLI, R. M. Cultures tropicales. I. Plantes vivrières. Paris, Bailliere, 1955. pp. 245-288.
- CURTIS, D. L. Sorghum in West Africa. Field Crop Abstracts 18(3):145-152. 1965.
- CHANG, T. T. y BARDENAS, E. A. The morphology and varietal characteristics of the rice plant. International Rice Research Institute. Technical Bulletin no. 4. 1965. 40 p.
- DILLEWIJN, C. VAN. Botany of sugar cane. Waltham, Mass., Chronica Botanica, 1952. 371 p.
- DOGGETT, H. The development of the cultivated sorghums. In Hutchinson, J., ed. Essays on crop plant evolution. Cambridge, University Press, 1965. pp. 50-69.
- EDWARDS, D. C. y BOGDAN, A. V. Important grassland plants of Kenya. Nairobi, Pitman. 1951. 124 p.
- GARCIA MOLINARI, O. Grasslands and grasses in Puerto Rico. Puerto Rico Experiment Station. Bulletin no. 102. 1952. 167 p.
- GRIST, D. H. Rice 3rd ed. London, Longmans, 1959. 646 p.
- GUSTCHIN, C. G. Le riz, origine et histoire de sa culture. Riz et Riziculture 12:61-96. 1938.
- GUTIERREZ, M. E. Philippine minor cereals. Araneta Journal of Agriculture 5(4):14-41. 1958.

- HAVARD, B. *Paturages tropicaux*, Paris Maison Rustique, 1952. 88 p.
- JULIANO, J. B. y ALDAMA, M. J. Morphology of *Oryza sativa* L. Philippine Agriculturist 26:1-76. 1937.
- KIESSELBACH, T. A. The structure and reproduction of corn. Nebraska Agricultural Experiment Station. Research Bulletin no. 161. 1949. 96 p.
- MANGELSDORF, P. C. y REEVES, R. G. The origin of Indian corn and its relatives. Texas Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 574. 1939. 315 p.
- Aparece en español bajo el título: "El origen del maíz indio y sus congéneres". Guatemala, C. A., Tipografía Nacional, 1943. 382 p.
- , MACNEISH, R. S. y GALINAT, W. C. Domestication of corn. Science 143:538-545. 1964.
- MARTINEZ, A. y JAMES, C. N. Maíz. Turrialba, Costa Rica, IICA, Biblioteca Conmemorativa Orton, 1960. 2 v.
- McILROY, R. J. An introduction to tropical grassland husbandry. London, Oxford University Press, 1964. 128 p.
- MEREDITH, D., ed. Grasses and pastures of South Africa. Johannesburg, Central News Agency, 1955. 771 p.
- PIEDALLU, A. Le sorgho, son histoire, ses applications. Paris, Societé d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1923. 388 p.
- POLE-EVANS, I. B. Agricultural possibilities of some the African grasses. Empire Journal of Experimental Agriculture 1:341-346. 1933.
- PORTERES, R. Taxonomie agrobotanique des riz cultivés, *O. sativa* L. et *O. glaberrima* Steudel. Journal d'Agriculture Tropical et Botanique Appliquée 3(7/8):341-384; (9/10):541-580; (11):627-700; (12):821-856. 1956.
- SCHAAFFHAUSEN, R. VON. Adlay or Job's tears a cereal of potentially greater economic importance. Economic Botany 6(3):216-227. 1952.
- SNOWDEN, J. D. The cultivated races of sorghum. London, Adlard, 1936. 274 p.
- SPRAGUE, G. F., ed. Corn and corn improvement. New York, Academic Press, 1955. 699 p.
- STAPF, O. The oil-grasses of India and Ceylon. Kew Bulletin of Miscellaneous Information 1906:297-363. 1906.
- STEVENSON, G. C. Genetics and breeding of sugar cane, London, Longmans, 1965. 284 p.
- SWALLEN, J. R. Grasses producing essential oils. Washington, U.S.D.A., 1944. 29 p. (mimeografiado).
- SYMPOSIUM ON RICE Genetics and Cytogenetics, International Rice Research Institute, 1963. Rice genetics and cytogenetics: proceedings... Los Baños, Philippines, February 4-8, 1963. Amsterdam, Elsevier, 1964. 274 p.
- TARR, S. A. J. Diseases of sorghum, sudan grass and broom corn. Kew, Surrey, (G.B.), Commonwealth Mycological Institute, 1962. 380 p.
- VIEGAS, G. P. Aspectos da cultura do cereal "Adlay". Bragantia (Brasil) 11:81-86. 1951.
- VINALL, H. N. Importantes pastos tropicales. Washington, Unión Panamericana, 1934. 30 p.
- . STEPHENS, J. C. y MARTIN, J. H. Identification, history, and distribution of common sorghum varieties. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin no. 506. 1936. 101 p.
- WEATHERWAX, P. Indian corn in old America. New York, Macmillan, 1954. 253 p.
- WEBSTER, P. J. Adlay, its culture and uses. Philippines. Bureau of Agriculture. Circular no. 128. 1925. 4 p.

III PARTE DICOTILEDONEAS

A. METACLAMIDEAS

- 15. LABIADAS
PEDALIACEAS.
- 16. SOLANACEAS
CONVOLVULACEAS.
- 17. COMPUESTAS.
- 18. RUBIACEAS.
- 19. APOCINACEAS
SAPOTACEAS
EBENACEAS.

B. ARQUICLAMIDEAS

- 20. UMBELIFERAS
- 21. RAMNACEAS
ELEAGNACEAS.
- 22. ANACARDIACEAS
SAPINDACEAS
MELIACEAS.
- 23. BURSERACEAS
SIMARUBACEAS
RUTACEAS
AQUIFOLIACEAS.
- 24. URTICACEAS
MORACEAS.
- 25. PAPILIONACEAS
CESALPINACEAS
MIMOSACEAS.
- 26. ROSACEAS.
- 27. EUFORBIACEAS.
- 28. ERITROXILACEAS
MALPIGIACEAS
OXALIDACEAS.
- 29. MALVACEAS
BOMBACACEAS
ESTERCULIACEAS
TILIACEAS.
- 30. BASELACEAS
PORTULACACEAS.
- 31. GUTIFERAS.
- 32. LECITIDACEAS
MIRTACEAS
PUNICACEAS.
- 33. TEACEAS
CARIOCARIACEAS.
- 34. CACTACEAS
CARICACEAS
CUCURBITACEAS
PASIFLORACEAS.
- 35. FLACOURTIACEAS
BIXACEAS.
- 36. DILENIACEAS.
- 37. PROTEACEAS.
- 38. PIPERACEAS.
- 39. MIRISTICACEAS
LAURACEAS
ANONACEAS.

A. METACLAMIDEAS

LABIADAS

CANTANG, *Coleus rotundifolius*

Uno de los usos más interesantes de las Labiadas tropicales es la utilización de los tubérculos de varias especies de *Coleus*. La más importante de ellas, *C. rotundifolius* (Fig. 15.1 A) se cultiva en los trópicos de África y el archipiélago indomalayo. Se propaga vegetativamente por estacas y forma una hierba de varios tallos, de 20 a 30 cm. de alto. Los vástagos son cuadrangulares, suculentos y quebradizos. Las hojas opuestas, con pecíolos de 1 a 3 cm. de largo, ovales a espatuladas, tienen los bordes crenados y la base decurrente en el pecíolo; miden de 3 a 5 cm. de largo por 1 a 3 cm. de ancho. Son rugosas, con los nervios hundidos en la cara superior y de pubescencia escasa. Como es usual en esta familia, las hojas de los nudos superiores son mucho más pequeñas y redondas, casi sésiles.

Las inflorescencias en las ramillas terminales se componen de flores agrupadas en seudovercillos. El cáliz (Fig. 15.1 B) verdoso, de 2 a 3 mm. de largo, se divide en 5 lobos irregulares. La corola de unos 8 mm. de largo, de color azulado con puntos rojizos, tiene el labio inferior entero y

pubescente, el superior dividido en 4 lobos redondeados. Los 4 estambres blancos están unidos en la base y llevan anteras

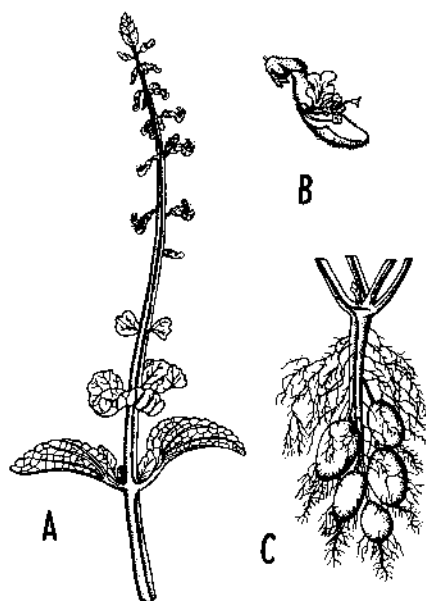


Fig. 15.1. *Coleus tuberosus*. A, porte. B, flor. C, tubérculos.

violáceas; el pistilo curvo, es mucho más largo que los estambres.

Los tubérculos (Fig. 15.1 C) de *Coleus rotundifolius* nacen de la parte subterránea del tallo central, casi sésiles, junto con numerosas raicillas fibrosas. Son ovoides o elipsoidales, lisos, de 2 a 5 cm. de largo por 1 a 3 cm. de diámetro, y en una macolla pueden encontrarse hasta un centenar. Los tubérculos maduros están recubiertos por una capa corchosa, de color marrón. La región cortical es angosta y se compone de parénquima con un borde de esclerénquima en la parte externa, poco desarrollado. El floema está formado por masas aisladas de tubos cri-

bosos. El xilema en cambio, constituye la mayor parte del tubérculo. Como los tejidos corticales, está compuesto de parénquima, cargado de almidón, interrumpido por filas aisladas de vasos. Al centro hay una médula angosta.

Los tubérculos son abundantes en carbohidratos que constituyen alrededor del 20 por ciento del peso fresco. Contienen de 1 a 2 por ciento de proteínas, que en estado seco, como se consume algunas veces, sube al 6 por ciento. En general son comparables en sabor y valor nutritivo a las papas. Se conocen numerosas variedades de propagación clonal.

PEDALIACEAS

Esta pequeña familia de plantas herbáceas se halla distribuida por todos los trópicos, pero es más importante en Africa. Se caracteriza por las flores zigomorfas, de corola gamopétala, con el ovario de 2 carpelos, cada uno con 2 celdas. Las semillas tienen endosperma escaso y en la especie de mayor valor comercial, el sésamo, ajonjolí o benne, *Sesamum indicum*, un alto contenido de aceite comestible de superior calidad.

AJONJOLI, *Sesamum indicum*

Origen

El ajonjolí es una de las oleaginosas de cultivo más antiguo. Se supuso en un principio que era originario de India, pero el género *Sesamum* es predominantemente africano y hoy se acepta que su área de origen debió ser el centro de Africa. Sin embargo la domesticación pudo haber ocurrido en la periferia de esa área, posiblemente en Etiopía. El ajonjolí pasó en tiempos prehistóricos de Africa a India donde se cultivó intensamente y se obtuvieron variedades de alto contenido en aceite. India constituye el centro de diversificación más importante del ajonjolí. De ella se expandió en dos direcciones: primero hacia China y Japón, en áreas subtropicales en que se desarrollaron tipos recessivos muy interesantes. La segunda expansión cruzó por Rusia hacia el Mediterrá-

neo y llegó hasta el Sur de Europa y Egipto. La introducción del ajonjolí a América ocurrió en el siglo XVI, traído a Brasil por esclavos africanos.

El cultivo del ajonjolí como el de otras plantas tropicales, ha avanzado más en las áreas subtropicales de las regiones templadas: Japón, Estados Unidos y China. Sin embargo la producción comercial es más importante en India y Africa. En América Latina los principales países productores son Venezuela, México y Brasil.

Es posible que el uso original del ajonjolí fuera como semilla comestible. Luego se extrajo aceite, que era ya muy apreciado en la antigüedad para cocina y alumbrado. La torta de ajonjolí, o sea la masa que queda después de la extracción del aceite, es uno de los alimentos más valiosos para el ganado por su alto contenido de proteínas.

Morfología general

El ajonjolí es una hierba anual (Fig. 15.2 A). Mide de 1 a 2,5 m. de altura y el porte es muy variado según las ramificaciones del eje central. En algunos cultivares emite ramas desde la base, que a su vez forman ramillas laterales dando un aspecto arbustivo a la planta. En otros, la ramificación sólo se presenta en la parte superior. Los cultivares sin ramificación son tipos recesivos, que por la forma de la planta permiten la mecanización fácil de la cosecha.

Las pocas raíces principales se ramifican profusamente, alcanzando de 80 a 120 cm. de profundidad. Las raicillas crecen hasta 50 cm. en radio de la planta y permiten una eficiente absorción de agua. Existen grandes diferencias en el sistema radical entre cultivares tardíos, en los cuales es mucho más amplio y desarrollado, que en los tempraneros, cuya raíz principal es profunda y poco ramificada.

Tallo

El tallo central es cuadrangular, con 4 costillas bien marcadas especialmente hacia la base, que dejan entre sí surcos poco profundos (Fig. 15.2 B). En algunos casos puede tener 6 lados; este último carácter está asociado con la presencia de frutos de 4 carpelos. El corte transversal muestra un área externa dura y una médula blanca y suave. En la parte exterior se distinguen: epidermis, una sola capa de células de paredes externas muy gruesas, de las que salen numerosos pelos en los tejidos nuevos; región cortical, formada de 2 bandas, una externa verde, de parénquima lleno de cloroplastos, y otra interna incolora, de colénquima, que es más gruesa en las esquinas del tallo; endodermis, con células oscuras o cristales; periciclo, representado en los tallos viejos por haces aislados de fibras; floema, y finalmente xilema, que ocupa el mayor espacio. El xilema secundario se compone de filas radiales de células pequeñas, de paredes

gruesas, y de vasos con filas escasas de parénquima. El xilema secundario constituye el principal soporte de la planta; en los ángulos del tallo es muy desarrollado y en los surcos se reduce considerablemente. El xilema primario en cambio, es una banda más angosta, formada básicamente de parénquima con filas aisladas de vasos. La médula está compuesta de parénquima suave y en los tallos adultos tiende a desaparecer dejando hueco el centro.

Hojas

Las hojas en la parte inferior del tallo son decusadas, es decir que en un par salen opuestas en los surcos, y en el siguiente en ángulo de 90° con respecto al primero. En la parte superior del tallo esta disposición no es definida y las hojas salen en forma oblicua pero no en posición opuesta.

Las hojas tienen pecíolos largos y delgados, en las inferiores hasta de 20 cm. de largo, muy cortos en las superiores, de menos de 0,5 cm. La forma de la lámina varía con la posición de la hoja en la planta. Las inferiores en proporción son más anchas que las superiores. En forma, varían desde lanceoladas o acorazonadas en la parte inferior, tripartidas o lobuladas en ciertos cultivares, hasta angostamente elípticas o lineares en la superior. El borde de la lámina puede ser entero o dentado.

Las hojas y los tallos jóvenes están cubiertos de una pubescencia viscosa. Hay 2 tipos de pelos, unos largos, terminados en una esferita y otros mucho más cortos, que terminan en 4 esferitas transparentes. Los primeros son los más abundantes en los tallos y nervios de las hojas. El lado superior de éstas tiene pubescencia larga y más escasa que el inferior.

Flores

Las yemas florales aparecen solitarias o en grupos en las axilas de las hojas. Un factor dominante determina que sea 1, pero en las variedades cultivadas pueden

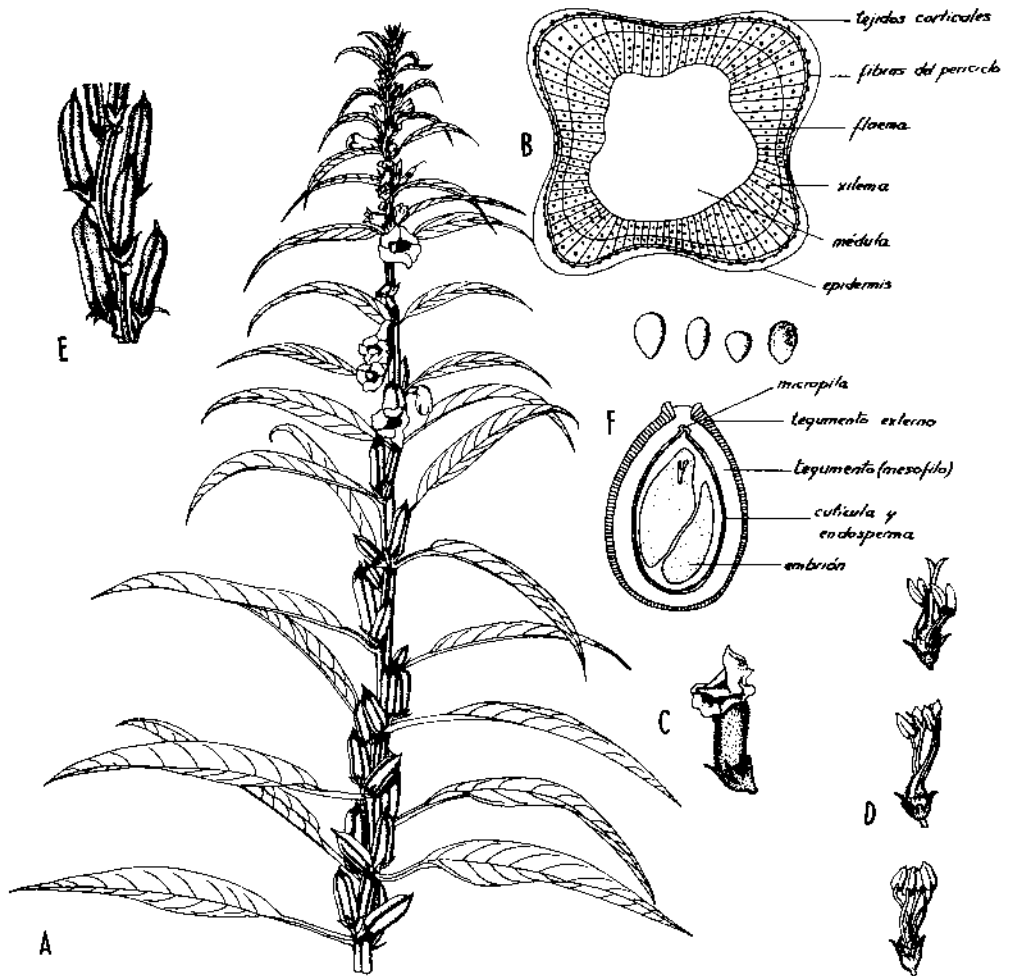


Fig. 15.2. *Sesamum indicum*, ajonjolí. A, porte. B, corte del tallo. C, flor. D, tipos de flor. E, frutos. F, semilla.

haber 2 ó 3 por axila. Es muy frecuente también que las axilas inferiores sólo tengan 1 flor y las intermedias o superiores 2 ó 3.

En cada inserción de flores hay 2 bráctetas muy delgadas que caen pronto, y 2 nectarios, cuerpos cortos y cilíndricos, de 1 a 2 mm. de largo, amarillos en la madurez, con una apertura muy fina en el ápice. Estos nectarios salen del pedúnculo; si hay 3 salen del lado interno de las flores exteriores, es decir, que la del centro carece de ellos. Estos nectarios han sido interpretados como flores que no se desarrollan.

El cáliz (Fig. 15.2 C) se forma de 5 sépalos agudos, unidos por la base, verdes, cubiertos de pelos largos en su lado externo; el cáliz permanece adherido al fruto maduro. La corola es campanulada, tubular en la parte inferior, encorvada arriba y se abre en 5 lobos irregulares. El inferior o labelo, es el que más se proyecta hacia afuera. La base por lo general es blanca; la parte superior blanca o morada pálida, siendo este último tono determinado por un factor dominante. Los estambres son 4, rara vez 5; 2 muy cortos y 2 más largos que el estilo o aproximadamente de igual longitud. El estilo es de longitud in-

termedia entre los 2 pares de estambres, o más corto o largo que éstos (Fig. 15.2D). El ovario súpero está dividido corrientemente en 2 celdas, o en 4, en ciertos cultivares de Japón y China.

En ajonjolí existe una anomalía floral (filoidia) que consiste en que la corola se transforma en un órgano de color verde, con lobos semejantes a hojas. Este fenómeno se presenta en todos los cultivares y en algunos países llega a ser de importancia económica, pues impide la formación de semillas.

Biología floral

Las primeras flores aparecen en las variedades tempranas un mes después de la siembra; en las tardías entre 6 a 8 semanas. Se abren en las primeras horas de la mañana y la corola se desprende sin cerrarse ni marchitarse en la tarde del mismo día. En algunos casos se caen un poco más tarde. Unas horas antes de abrirse la corola las anteras comienzan a soltar el polen y el estigma es receptivo. En esta etapa, cuando la corola no está aún abierta, los 2 estambres más largos se colocan al nivel de los estigmas y por lo tanto es normal que haya autopolinización. Los insectos visitan las flores durante el día y pueden ser los agentes de polinizaciones cruzadas. En India el porcentaje de fertilización cruzada llega al 65 por ciento.

Fruto

El fruto es una cápsula de 2 a 5 cm. de largo, formada generalmente de 2 carpelos (Fig. 15.2 E). Cada uno de éstos se divide a su vez en 2 por un tabique, de modo que en el fruto maduro hay 4 celdas longitudinales con 15 a 25 semillas cada una. El fruto está cubierto del mismo tipo de pubescencia que se halla en las hojas y en el tallo. A la madurez se abre por las suturas longitudinales de la cápsula, lo que determina que la parte supe-

rior se divida en 2, dejando salir así las semillas que se desprenden fácilmente. Hay cultivares de frutos indehiscentes.

Semilla

La semilla del ajonjolí es aplanada. Vista de frente es de forma obovoide con la base muy angosta (Fig. 15.2F), y por uno de sus lados, presenta una línea mediana más oscura, la rafe. Los bordes son delgados, lisos o dentados. La longitud de la semilla varía según el cultivar de 2 a 4 mm. y la anchura de 1 a 2 mm. El color externo puede ser blanco, gris, marrón o negro.

La semilla tiene una testa dura, de células alargadas en sentido radial. La mayoría de estas células tienen en su lado externo un cuerpo cristalino muy grande y numerosas gotas de aceite. Debajo de la testa quedan los restos de la nucela, muy aplanados, que se forman de células comprimidas. La estructura siguiente es la capa de aleurona o endosperma, constituida por 3 a 5 estratos de células. Las más externas que dan a la nucela, tienen paredes muy gruesas. Todas estas células son muy ricas en gotas de aceite. Finalmente están los cotiledones que ocupan la mayor parte de la semilla. Las células externas de los cotiledones son anchas; las más internas delgadas y largas.

El ajonjolí es una de las oleaginosas de más valor económico. Aproximadamente la mitad del peso de la semilla es aceite; el resto se forma de proteínas (20 a 35 por ciento), carbohidratos (8 a 18 por ciento), minerales (2 a 6 por ciento), fibras, agua (5 por ciento) y otros. El aceite se utiliza para cocinar o en ensaladas y los tipos más inferiores en jabonería, perfumería e insecticidas.

La torta de ajonjolí, o sea la pasta que queda después de extraer el aceite, se emplea en la alimentación animal y humana. Contiene de 25 a 50 por ciento de grasa y cerca del 25 por ciento de proteína, de donde se puede deducir su alto valor nutritivo.

Variabilidad y mejoramiento

El ajonjolí presenta una variación muy amplia. En ciertas regiones de India se reconocen más de 100 cultivares y en colecciones para mejoramiento se cuentan más de 500. Las características de mayor valor agrícola son en primer lugar el rendimiento, que resulta de la interacción de varios caracteres: tipo de porte, número de cápsulas, tamaño de la semilla y otros. Un segundo carácter de importancia es la indehiscencia de los frutos, de gran valor donde la cosecha se ha mecanizado. Este carácter se presenta como una mutación rara, de tipo recesivo simple. Como estas mutantes tienen ciertos caracteres desfa-

vorables, como bajo rendimiento, por hibridación se han obtenido varios cultivares comerciales indehiscentes. Hay también variedades tardías y tempranas; también de maduración simultánea o de período largo. La resistencia a enfermedades e insectos, a áfidos especialmente, tiene cierta importancia; hay también gran variedad de enfermedades fungosas que afectan al tallo y a la hoja.

Se han hecho algunos híbridos interespecíficos que muestran una esterilidad muy marcada. También se han obtenido tipos tetraploides por aplicación de colchicina, que aún no han alcanzado la categoría de cultivares comerciales.

REFERENCIAS

- CHEVALIER, A. Les vegetaux utiles de l'Afrique Tropicale Francais. I. (Coleus). Paris, Dépot des Publications, 1905. 152 p.
- JOSHI, A. B. NARAYANAN, E. S. y VASUDWA, R. S. Sesamum. New Delhi, Indian Council of Agricultural Sciences, 1961. 109 p.
- MAZZANI, B. Mejoramiento del ajonjolí en Venezuela. Maracay, Ministerio de Agricultura y Cría, Centro de Investigaciones Agronómicas, 1962. 127 p.

SOLANACEAS. CONVULVULACEAS

16

SOLANACEAS

Las Solanáceas constituyen una familia de gran importancia económica, formada en gran parte por especies de origen americano: papas, tabaco, tomate, cuyos cultivos se han desarrollado más en las áreas subtropicales.

Entre las especies tropicales la utilización del fruto es de primordial importancia en la tribu de las Solaneas, la cual incluye el tomate, *Lycopersicon esculentum*; berenjena, *Solanum melongena*, naranjilla, *Solanum quitoense* y especies vecinas; tomate de árbol, *Cyphomandra betacea*; varias especies de *Physalis* y otras. A la misma tribu pertenecen los ajíes o chiles, *Capsicum spp.*

En la tribu de las Cestreas se incluyen los tabacos, *Nicotiana tabacum* y *N. rustica*, la primera de gran importancia económica.

Hay muchas Solanáceas ornamentales, la gran mayoría originaria de los trópicos americanos como *Petunia*, *Datura*, *Nicandra* y otras. También numerosas especies medicinales y narcóticas.

SOLANEAS

TOMATE, *Lycopersicon esculentum*

El tomate es una de las plantas de los trópicos americanos que ha alcanzado su mayor importancia y desarrollo fuera de su área de origen y fuera de los trópicos. En las últimas décadas la introducción a América tropical de los cultivares mejorados en Estados Unidos y Europa, en particular de los tipos híbridos, ha ido eliminando los cultivares nativos, de calidad muy inferior.

Sistemática

El género *Lycopersicon* comprende unas 6 especies, originarias de la vertiente occidental de los Andes, de Chile a Ecuador. Se divide en dos subgéneros, el primero con especies de frutos rojos o amarillos y lisos, los verdaderos tomates (*Eulycopersicon*); el segundo incluye especies silvestres, de frutos verdosos o amarillos-

tos y pubescentes (*Eriolycopersicon*). El primero comprende según algunos autores dos especies: *Lycopersicon esculentum*, el tomate común y un tomate maleza, *L. pimpinellifolium* (Fig. 16.1 A). Otros más recientemente consideran la última como una subespecie de la primera. Según este último concepto la especie *L. esculentum* se divide en tres subespecies: *pimpinellifolium*, *erectum* y *subspontaneum*. La primera, *pimpinellifolium*, incluye tomates de frutos diminutos, que crecen espontáneamente en varios países de Sur América. La segunda subespecie, *erectum*, los tipos mejorados para el cultivo comercial. La tercera, *subspontaneum*, una serie de variedades que se mantienen en cultivo incipiente, pero que en América tropical se utilizan ampliamente, en especial en México y Centro América. En Europa estos mismos tomatillos se han cultivado también con diferentes propósitos y tienen nombres en los principales idiomas. Entre ellas están el tomatillo de frutos esféricos, *cerasiforme*, una maleza que actualmente se halla en todos los países tropicales del mundo; la variedad *pyriforme*, de frutos en forma de pera; las variedades *pruni-*

forme y *elongatum*, de frutos alargados, rojos o amarillos, y otras de menor importancia.

Un punto que debe considerarse en la sistemática de los tomates, es su relación con el género *Solanum*. Con frecuencia se da para el primero el nombre de *Solanum lycopersicon*, que fue su primera clasificación. En la actualidad, sin embargo, se separa el género *Lycopersicon* de *Solanum*, por tener el primero las celdas de las anteras con un apéndice estéril y abrirse longitudinalmente casi hasta la base. En *Solanum* en cambio, no hay apéndice estéril y las anteras se abren por un poro apical, que a veces puede extenderse hasta la mitad de la antera, pero no hasta su base.

Origen

El tomate debió originarse, como las otras especies de su género, en la vertiente occidental de los Andes entre Perú y Ecuador. A la llegada de los europeos sin embargo, su cultivo se conocía únicamente en México, donde no era de importan-

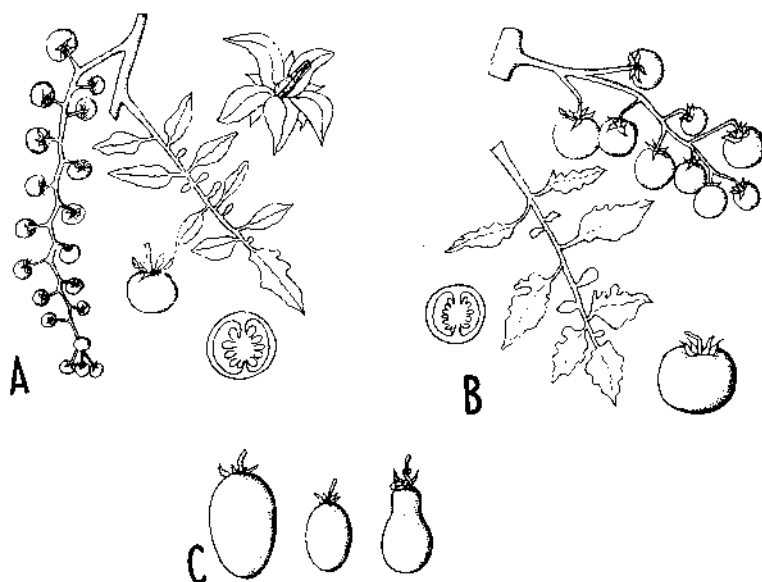


Fig. 16.1. *Lycopersicon esculentum*. tomate. A, var. *pimpinellifolium*. B, var. *cerasiforme*. C, frutos de var. *elongatum*, *pruniforme* y *pyriforme*.

cia; se le plantaba o recogía en las milpas o campos de maíz, de donde se deriva su nombre mexicano, miltomate, de "mil", milpa. El nombre tomate se reserva en ese país para *Physalis ixocarpa*, cuya fruta es más agradable y tenía mayor importancia entre los aztecas. Como en casos similares, es posible que el tomate fuera domesticado en la periferia de su expansión natural. Su alta variabilidad en el área tropical de México y el Norte de Centro América, apoya esta teoría. El tomate, llevado primero a Europa y luego a Norte América, ha sido seleccionado intensamente y puede decirse que es una planta hecha por el hombre moderno. Los cultivares de frutos grandes y carnosos han sido obtenidos en los últimos 50 años en Europa o en Estados Unidos.

Como la especie *Lycopersicon esculentum* no se conoce en estado silvestre, se asume que ha podido formarse por mutaciones de uno de los tomates malezas, como *cerasiforme*. También se ha sostenido que este tomatillo, que aparece en todas las áreas tropicales, es una degeneración del tomate cultivado. Este punto de vista no tiene soporte alguno en la biología de las dos plantas ni en su estructura genética. Los tipos *cerasiforme* son tolerados en los trópicos americanos, en cualquier campo en que aparezcan, y no se les considera como malezas; se cuidan por sus frutos que son muy apreciados por los campesinos. Se expande muy rápido, especialmente en los suelos fértiles y húmedos.

Los tipos primitivos: *cerasiforme*, *elongatum* y otros, tienen frutos pequeños, de 2 celdas y pulpa delgada. Los tomates modernos, en cambio, son de frutos muy grandes, multiloculares y de pulpa gruesa. La derivación de estos últimos a partir de tipos primitivos, puede explicarse en primer término, por una mutación que determinaría frutos de varias celdas o lóculos. Se conoce que en este caso opera un factor recesivo. Si la mutación se presentó en un tipo primitivo, pero de frutos grandes, como en algunos casos conocidos en que tienen hasta 3 cm. de diámetro, el nuevo

tipo podría considerarse como el originador de los tomates modernos.

Si se toma en cuenta que *cerasiforme* tiene una amplia y antigua distribución, asociada al hombre, el tomate moderno pudo formarse lejos del área de origen del género.

Morfología general

El tomate en cultivo comercial dura generalmente un año, pero en condiciones naturales puede vivir por dos o más. La planta es herbácea, excepto en ejemplares viejos, en que el tallo y las raíces se endurecen. El tallo puede crecer erecto o rastrero; la ramificación, muy abundante desde la base, sigue en la parte superior de los tallos por lo común una norma simpodial: de una axila brota una ramilla terminal corta, que generalmente lleva flores o puede ser vegetativa, y otra ramilla vegetativa más larga, la cual lleva varias hojas, y que a su vez se ramifica en una ramilla fructífera y otra vegetativa. Por esta disposición se forman frutos a lo largo de todas las ramas superiores.

Raíz

El sistema radical consiste en una raíz principal de la que salen raíces laterales y muchas fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1,5 m. En el cultivo, sin embargo, las labores de transplante destruyen la raíz principal y lo más común es que presente una masa irregular de raíces fibrosas. Es muy frecuente la formación de raíces adventicias en los nudos inferiores de las ramas principales.

Tallo

El tallo del tomate es herbáceo, aunque tiende a lignificarse en las plantas viejas. En corte transversal aparece más o menos circular, con ángulos o esquinas; en las ramas jóvenes es triangular.

La epidermis se forma de una capa de células, que a menudo tienen pelos largos. Debajo hay una zona de colénquima, de 2 a 5 células de espesor, que es más gruesa en las esquinas y constituye el mayor sostén del tallo. Sigue luego la región cortical, con 5 a 10 capas de parénquima, de células grandes, con muchos espacios intercelulares. Finalmente el cilindro vascular se compone de afuera hacia adentro, de floema, en bandas aisladas o unidas por conexiones delgadas, y xilema que forma un tejido continuo. La médula, que ocupa gran parte del tallo, tiene hacia la parte externa, cordones aislados de fibras del periciclo interior.

Hojas

La forma de las hojas del tomate es muy variable y depende en gran parte de condiciones ambientales. La lámina está dividida en 2 a 12 pares de segmentos o folíolos, de diferente tamaño. Con frecuencia entre 2 pares de folíolos grandes hay de 1 a 3 pares más pequeños. En todos ellos los bordes son muy recortados. Al ápice hay un segmento más grande, de lobos irregulares. En las hojas, como en los tallos jóvenes, hay abundante pubescencia. Los pelos pueden ser largos y agu-

dos o de base corta terminada en una esferita de varias células.

Las hojas del tomate son suaves y carnosas. Debajo de la epidermis superior hay sólo una capa de células en empalizada y luego numerosos estratos de parénquima lacunoso, con abundantes espacios aéreos.

Inflorescencia

La inflorescencia más corriente en el tomate es una cima racemosa, generalmente simple en la parte inferior de la planta y más ramificada en la superior (Fig. 16.2 A). Aparece en glomérulos, cuyas flores se abren sucesivamente, de modo que en la misma inflorescencia puede haber tanto flores como frutos en diferentes etapas de desarrollo. Las flores tienen un pedúnculo corto y curvo hacia abajo, por lo que asumen una posición pendiente. El pedúnculo presenta al centro un engrosamiento que corresponde a la superficie de abscisión, pues es muy corriente en esta especie que un gran número de flores se caiga prematuramente. El cáliz verde y persistente, se forma de un disco corto, terminado en 5 a 10 sépalos agudos, verdes, muy pubescentes en el lado externo. La corola amarillo verdosa, tiene 5 ó más pétalos, 6 por lo común en los cultivares

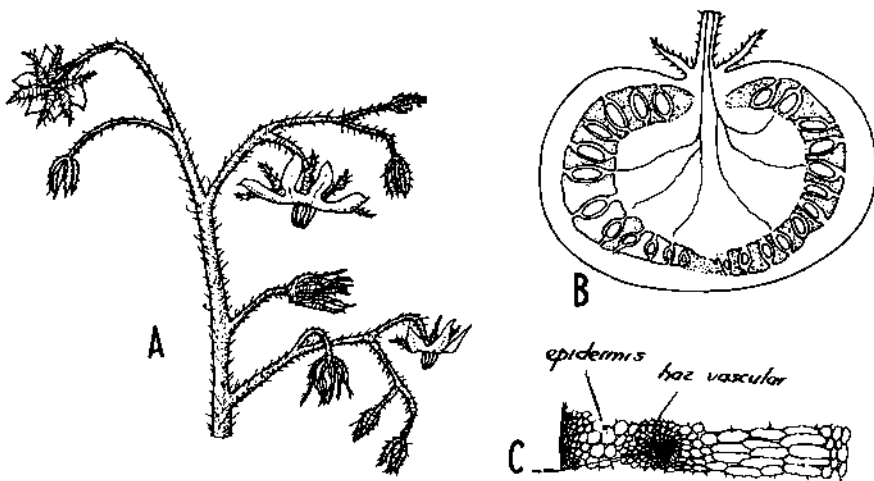


Fig. 16.2. *Lycopersicon esculentum*, tomate. A, inflorescencia. B, corte longitudinal del fruto. C, estructura del fruto.

comerciales, que forman un tubo corto en la base y se abren en un sólo plano, con el ápice doblado hacia afuera cuando la flor está completamente abierta. Los estambres, 5 a 10 en cada flor, forman una columna irregular, con las anteras verticales y unidas, de unos 5 mm. de largo. El pistilo está constituido por un ovario de varias celdas y un estilo largo, que sobresale apenas de las anteras y termina en un estigma achatado.

Fruto

El fruto es una baya de forma muy variada. En los principales cultivares comerciales es oblada (aplanada) con rebordes longitudinales o lisa; hay también elipsoidales y piriformes. En los tomates malezas predominan los frutos esféricos. El número de celdas en los frutos de los tomates silvestres es de 2. En los cultivares comerciales, seleccionados por el mayor número de tabiques y su grosor, es corriente encontrar de 5 a 10 celdas (Fig. 16.2 B).

La epidermis es una capa de células de paredes externas engrosadas por la cutícula (Fig. 16.2 C). Es frecuente la presencia de pelos o glándulas, que desaparecen conforme madura la fruta. Debajo hay 3 ó 4 estratos de colénquima, que junto con la epidermis forman una cáscara fina y resistente. En ella hay pigmentos amarillos o rojos, según la variedad. El resto del fruto se forma de parénquima cargado de pigmentos rojos y amarillos, que aparecen como cristales suspendidos en el líquido que rellena las células. Las paredes de las celdas son también de parénquima, interrumpido por cordones aislados de haces vasculares. Los tejidos de la placenta, sobre los que están las semillas, contienen una mayor cantidad de haces, lo que les da un color más claro. Las capas de células que rodean las semillas se disuelven en la madurez, formando una masa gelatinosa, rica en granos de almidón.

Semilla

Las semillas, planas, ovaladas, miden de 2 a 5 mm. de largo y están cubiertas de pelos finos. El embrión ocupa la mayor parte y se encuentra arrollado cerca de la superficie.

Biología floral

Las flores en un racimo o cima no se abren simultáneamente, de modo que siempre hay botones, flores y frutos en la misma ramilla. La antesis ocurre por lo común en las mañanas y 24 horas después se inicia la salida del polen. Este aparece en el lado interno de las anteras, y por la posición pendiente de la flor, cae directamente sobre la superficie de los estigmas. La autopolinización es la norma en los tomates cultivados. La polinización cruzada debido a insectos ocurre en un 5 por ciento aproximadamente. En el habitat natural del género en Sur América, se cree que la polinización cruzada es la más frecuente.

Variabilidad

El tomate moderno es una planta hecha por el hombre en los últimos siglos. Las primeras introducciones a Europa fueron seguramente de plantas de frutos grandes y con varias celdas, pero ha sido la selección continua la que ha permitido contar con un alto número de cultivares. Por eso en América tropical, aunque es el área de origen, se conocen mucho menos variedades que en Europa o Estados Unidos, y se depende de introducciones nuevas para la producción comercial.

La genética de los tomates se conoce casi tan bien como la del maíz y constituye un instrumento fundamental en el mejoramiento. La selección se ha dirigido hacia la obtención de frutos con características favorables para el transporte o enlatado. El rendimiento es por lo común estable, es decir, que si una planta tiene

frutos muy grandes sólo puede mantener un número bajo. Se ha seleccionado también por el color; éste depende de dos pigmentos, amarillo y rojo, dados por carotina y licopersina. En los tejidos externos está determinado por varios genes que favorecen o impiden la formación de carotina. El color de la pulpa es determinado por un factor dominante para rojo.

Otros genes determinan la forma aovada, incompletamente dominante; oblada,

de dominancia incompleta u ovoide que es recesiva.

Se han hecho numerosos cruces interespecíficos o intervarietales especialmente para incorporar resistencia. Muchos de los cultivares modernos son híbridos intervarietales de alto rendimiento. En países en que el cultivo está más avanzado se injertan los tipos superiores en patrones de tomatillos silvestres, como *pimpinellifolium*, de notable resistencia a enfermedades de la raíz y a nematodos.

NARANJILLA, LULO, *Solanum quitoense*

La naranjilla se utiliza principalmente por el jugo, que se emplea en la preparación de refrescos y licores, a los que da sabor ácido y un aroma muy agradable.

Su cultivo se ha intensificado en los últimos años, especialmente en Centro América. Es originaria de las sierras andinas de Ecuador y Colombia, entre 1500 a 3000 m. de altura, y no se conoce en estado silvestre.

La naranjilla (Fig. 16.3) es un arbusto de 1 a 2 m. de alto, de tallos cilíndricos, duros y muy ramificados, lisos o espinudos, cubiertos como el resto de la planta de una pubescencia blanca y harinosa. Este indumento está constituido por dos tipos de pelos; los más frecuentes son blancos y en forma de estrella. Los segundos aparentemente simples, pues tienen sólo ramificaciones muy cortas en la base, están llenos de un líquido morado que da un tinte característico a las hojas nuevas. En las hojas desarrolladas estos pelos morados sólo se hallan en los bordes y nervios del lado inferior de la hoja.

Las hojas oblongas a ovadas, muy grandes, miden de 30 a 40 cm. de largo por 20 a 35 cm. de ancho; tienen el borde marcadamente sinuoso, con lobos triangulares cortos.

Las flores nacen en las axilas terminales, solas o en grupos de 2 a 6; sus pedúnculos son cortos y gruesos. El cáliz, que es permanente, es de forma estrellada, muy pubescente en el lado externo. La

corola blanca, mide hasta 4 cm. de diámetro y está dividida en 5 lobos triangulares. El centro de la flor lo ocupan los estambres y el pistilo; los primeros tienen anteras erectas y amarillas, por entre las que sobresale el estilo.

El fruto de *Solanum quitoense* tiene por la forma y color un lejano parecido con la naranja. Es una baya globosa, de 3 a 5 cm. de diámetro, amarilla en la madurez, cubierta de una pubescencia blancuzca que se remueve fácilmente. La cáscara es dura y las 4 ó 5 celdas están rellenas de una sustancia mucilaginosa, verde ama-

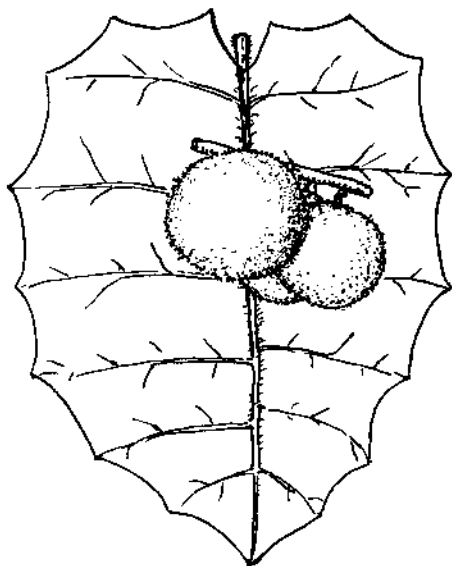


Fig. 16.3. *Solanum quitoense*, naranjilla.

rillenta, aromática, de típico sabor acidulo, entre la que se hallan numerosas se-

millas. El fruto no se come fresco, sino que se prepara en jugo o en pasta.

COCONA, *Solanum topiro*

La cocona es nativa de las regiones tropicales al Este de los Andes. En esta región, desde Colombia a Bolivia hay otras especies de *Solanum* de cultivo incipiente. La cocona (Fig. 16.4) es un arbusto hasta de 2 m. de alto, muy ramificado, cubierto de pubescencia blanca y suelta. Las hojas ovadas miden de 30 a 50 cm. de largo y 20 a 30 cm. de ancho, con pubescencia blancuzca, no morada como en la naranjilla. La base de la lámina es desigual, con un lado más alto que el otro. Las flores aparecen en racimos axilares cortos. El cáliz verde es piloso por fuera; la corola en forma de estrella, blanca, de 5 lobos, mide de 4 a 5 cm. de diámetro.

Los frutos de la cocona varían desde casi esféricos u ovoides hasta oblados; miden de 4 a 6 cm. de ancho y 4 a 5 cm. de largo. En la madurez adquieren un color amarillo a marrón, opaco y están cubiertos de pubescencia muy fina y suelta. La cáscara es suave, como la del tomate y la pulpa amarillo paja, acuosa, rellena toda la fruta. Las semillas están envueltas en un mucilago claro.

El fruto de la cocona rara vez se come crudo, pues es ácido, astringente y no contiene azúcar. La pulpa cocinada se usa para preparar jaleas y mermeladas y el jugo que rodea las semillas para refrescos.

PEPINO DULCE, *Solanum muricatum*

Las frutas maduras del pepino dulce son muy apreciadas en Sur América y otras regiones por su sabor azucarado y

aromático; en menor escala se usan verdes en la preparación de ensaladas.

Esta especie (Fig. 16.5) es oriunda del Norte de Sur América. No se la conoce en estado silvestre. Presenta diferentes tí-

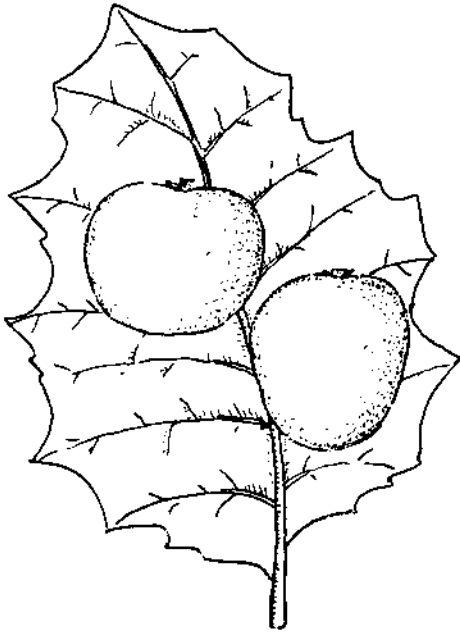


Fig. 16.4. *Solanum topiro*, cocona.

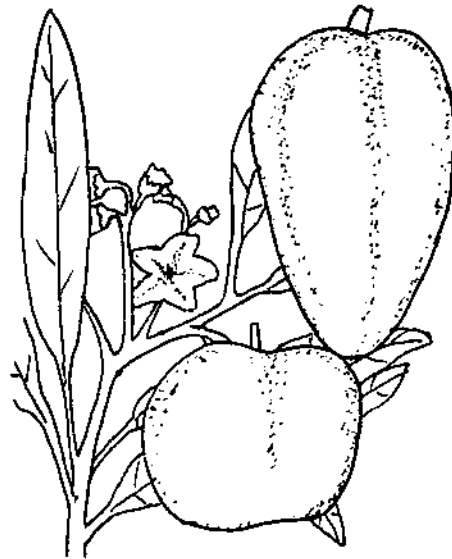


Fig. 16.5. *Solanum muricatum*, pepino dulce.

pos o variedades; las de Colombia y Ecuador tienen hojas con varios folíolos y frutas por lo general con semillas bien formadas; el cultivar más común, llamado *teleutogenum*, se cultiva intensamente en Perú y ha sido introducido a Centro América, Canarias y el Sur de Europa; es de hojas unifolioladas y por lo común no produce semillas fértiles.

El pepino dulce se propaga clonalmente, sembrando ramillas. Es una hierba arbustiva baja, de 20 a 50 cm. de alto, de follaje compacto. Las hojas pueden ser compuestas, formadas por varios pares de folíolos de tamaño y forma muy irregular o de un solo folíolo. Son de color verde oscuro y casi no tienen pubescencia. Las flores aparecen en el ápice de las ramillas; el cáliz se forma de 5 sépalos agu-

dos y verdes; la corola delgada de color morado uniforme o con manchas más oscuras al centro, tiene 5 lobos o pétalos agudos, y mide unos 2 cm. de diámetro. Las anteras erectas y amarillas, y el pistilo corto, ocupan el centro de la flor. En la variedad *teleutogenum* no se forma polen normal y además ocurre malformación de la ovocélula, de modo que no hay fertilización y la fruta se desarrolla partenocárpicamente.

La forma de los frutos varía desde esférica u oblada hasta largamente ovoide; miden de 5 a 25 cm. de largo y externamente son de color amarillo pálido en la madurez, con o sin áreas longitudinales de tono morado. La cáscara es suave y la pulpa gruesa y carnosa, amarilla, ácida o ligeramente azucarada.

BERENJENA, *Solanum melongena*

El cultivo de la berenjena es muy antiguo en India. En ese país existen razas silvestres de las que parecen derivarse los tipos cultivados. Como esas berenjenas silvestres llegan hasta el Norte de Africa, y en vista de la gran variación que presenta esta especie en toda esa área, se cree posible también que se pudo domesticar fuera de India. De este país su cultivo se extendió principalmente hacia las áreas subtropicales. Es una especie que por su porte bajo, crecimiento rápido y riqueza en antocianinas, que se advierte en el color morado del fruto y follaje, se puede cultivar en climas fríos. La expansión del cultivo se realizó hacia China y Japón, y luego a Europa, en donde se le consideró en un principio como planta venenosa. A América llegó con los españoles; su cultivo nunca ha alcanzado gran importancia en los trópicos, quizá por la abundancia de frutos similares y por la poca resistencia a enfermedades y nematodos.

La berenjena es sumamente variable en el porte, desde arbustivo y erecto hasta rastrero (Fig. 16.6). Las hojas alternas, largamente pecioladas, varían desde cor-

dadas y enteras a profundamente recortadas; miden de 15 a 40 cm. de largo y con frecuencia son asimétricas en la base. Las flores aparecen solitarias en las axilas apicales de las ramas, algunas veces en grupos de 2 a 5 flores. Tienen el cáliz verde y recubierto de pubescencia fuerte y la corola plana, de 4 a 5 cm. de diámetro, blanca o violácea, con 5 pétalos o lobos cuyos ápices agudos se doblan hacia arriba. El número de estambres fluctúa de 5 a 10 y el estigma puede tener de 4 a 8 lobos. El estilo puede ser más corto, igual o más largo que los estambres; en el primer caso no se forman frutos. La longitud del estilo puede variar en la misma inflorescencia. Es corriente que en éstas las flores inferiores sean de estilo largo, y por lo tanto fértiles, mientras que las superiores son de estilos cortos y no forman frutos.

La forma y estructura del fruto son también muy distintas. En los cultivares comerciales más comunes son esféricos o en forma de pera y su longitud varía de 10 a 25 cm. Hay otros tipos menos corrientes, con frutos muy largos, rectos o curvos, como los llamados "serpentinás". Interior-

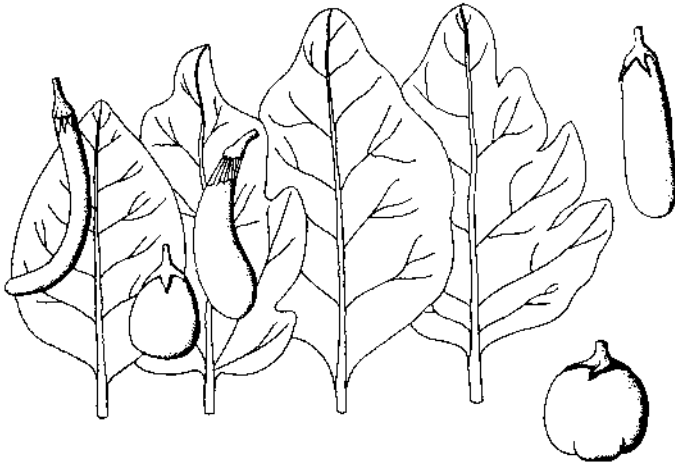


Fig. 16.6. *Solanum melongena*, berenjena. Diferentes variedades; hojas y frutos.

mente revelan mucha irregularidad en la estructura; las 3 ó 4 placentas se reducen bastante y la masa de la fruta se compone de los tabiques muy engrosados que separan los carpelos. El color externo de la fruta puede ser morado, verdoso o blanco. Los frutos morados están asociados a corolas y follaje purpúreos, mientras que en

las plantas de frutos claros el follaje es verde y la corola blanca.

La berenjena ha sido sometida a intensos trabajos de mejoramiento en India, Estados Unidos, Rusia y Filipinas. La gran mayoría de los cultivares actuales proceden de cruces intervarietales, y muestran claramente su vigor híbrido.

MILTOMATE, *Physalis* spp.

Dos especies de *Physalis* se cultivan en las tierras altas de los trópicos por sus frutos comestibles, semejantes en su forma a tomates, pero de sabor azucarado, que se consumen crudos o en dulces. La más importante es el miltomate, *Physalis ixocarpa* (Fig. 16.7 A, B), de México y Centro América. Esta especie cuyo cultivo es muy antiguo en México, es para los campesinos de ese país más importante que el tomate. Es una planta herbácea, hasta de 1 m. de alto, de ramificación dicotómica, con hojas grandes y lisas. Las flores aparecen solitarias en las axilas de las hojas, en la parte terminal de las ramillas. El cáliz es cónico, verde y termina en 5 dientes agudos. La corola, en forma de campana, mide de 2 a 2,5 cm. de diámetro; está constituida por 5 lobos que se doblan irregularmente, amarillos,

con una mancha oscura en la base. Como en otras Solanáceas el centro de la flor lo ocupan las anteras, erectas y unidas, por entre las que sale el estilo.

El fruto ofrece la peculiaridad de estar casi completamente cubierto por el cáliz, que crece conforme se desarrolla el primero. El cáliz es papiráceo; se adhiere con fuerza a la superficie de la fruta y se rompe al llegar a la madurez, dejando afuera parte de la fruta. De esta característica se deriva el nombre español de tomate de cáscara. El fruto esférico u oblongo, de 2 a 5 cm. de diámetro, es amarillento o verdusco brillante; la pulpa amarilla y jugosa, es muy agradable por su sabor azucarado, así como la materia mucilaginoso que rodea las semillas. El miltomate maduro se come crudo y verde;

se cocina para preparar salsas y encurtidos.

UCHUBA, *Physalis peruviana* (Fig. 16.7 C), se cultiva esporádicamente de Colombia a Bolivia. Es una hierba baja, de unos 50 cm. de altura, de tallos y follaje muy pubescentes. Los frutos están rodeados por el cáliz, pero, al revés de lo que ocurre en la especie anterior, el primero es mucho más pequeño, por lo que hay un amplio espacio vacío. La fruta esférica, verdosa, de 1 cm. de diámetro, se come cruda o se prepara en dulces.

Otra especie, *Physalis pruinosa*, de Norte América y Antillas, es semejante a la anterior en porte y características del fruto.

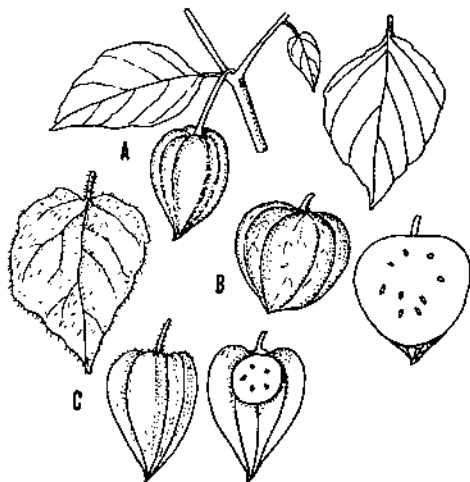


Fig. 16.7. *Physalis*, miltomate. A-B, *P. ixocarpa*. C, *P. peruviana*.

TOMATE DE ARBOL, *Cyphomandra betacea*

El área de origen de *Cyphomandra* es la vertiente oriental de los Andes. Esta especie crece bien sobre 500 m. de altura y se cultiva en las regiones montañosas desde México a Bolivia, en las tierras bajas del Sur del Brasil (tomate francés) y ha sido introducida a Indonesia, Ceilán y Nueva Zelanda. En este último país se ha desarrollado en producción comercial.

El tomate de árbol (Fig. 16.8) es una planta de tallo poco ramificado, que crece simpodialmente por yemas axilares, formando un tronco en zigzag en la parte más joven. Alcanza hasta 3 m. de alto. Se propaga por semillas o estacas de raíz. Las hojas son grandes, de 15 a 30 cm. de largo, acorazonadas, enteras, de un verde brillante muy atractivo. Las inflorescencias aparecen como cimbras curvas en las axilas de las hojas superiores. Las flores tienen pedúnculos cortos y finos; el cáliz se forma de una base en forma de campana y de 5 dientes agudos. La corola de 5 pétalos largos y rosados, unidos por la base, mide de 12 a 16 mm. de diámetro. Las anteras unidas y el pistilo, ocupan el centro de la flor.

Los frutos están suspendidos en pe-

dúnculos largos; son bayas ovoideas, de ápice agudo, de 4 a 10 cm. de largo. El color externo varía según el cultivar, desde rosado pálido hasta púrpuro. La cáscara lisa y dura, de sabor amargo, se remueve al cocinar la fruta. La pulpa es amarillenta, de olor característico, y la sustancia mucilaginoso que rodea las semillas, de sabor ácido. Los frutos se comen crudos y se preparan en dulces o conservas.

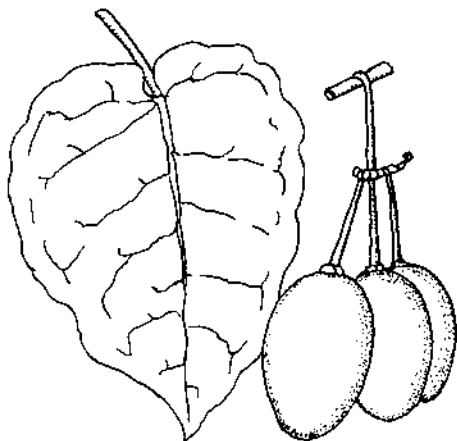


Fig. 16.8. *Cyphomandra betacea*, tomate de árbol.

CHILES O AJÍES, *Capsicum* spp.

Ajíes o chiles son nombres colectivos para las especies cultivadas del género *Capsicum*. Ají es de origen antillano y fue extendido por los españoles por todo Sur América; chile, de origen mexicano, se usa desde México a Costa Rica; pimiento utilizado para ciertos cultivares poco picantes, se deriva de pimienta, una especia oriental con la que fueron confundidos inicialmente los *Capsicum*.

Los chiles o ajíes han sido utilizados desde las primeras culturas de América por las propiedades picantes de sus frutos. Aunque la mayoría de las especies del género *Capsicum* son originarias de la cuenca amazónica, es posible que la domesticación de algunas de ellas se hiciera en otras áreas.

Los *Capsicum* fueron la primera especia que encontraron los españoles en América, y en las regiones agrícolas más avanzadas, México y Perú, su uso era más intenso y variado.

La expansión del cultivo fue muy rápido en Europa y Africa, ya que los frutos secos que se exportaron al principio tenían semillas fértiles. Los *Capsicum* tuvieron acogida favorable en el Viejo Mundo, especialmente en India, donde constituyen un cultivo importante.

La producción industrial de *Capsicum* se ha desarrollado en las últimas décadas en áreas subtropicales. El primer lugar en pimientos o chiles dulces, lo ocupa el sur de Europa y Estados Unidos. En semipicantes figura Europa en primer término para la elaboración de paprika y los Estados Unidos para tabasco; finalmente para el uso en medicina de tipos muy picantes, se consumen los producidos en Nigeria, Congo, México y Japón.

En América tropical los chiles constituyen el condimento de mayor uso; son de valor especial en la alimentación popular por su alto contenido de vitamina C.

Sistemática

La clasificación de los *Capsicum* cultivados es difícil debido al alto número de variedades, a la falta de características definidas y a que no existen barreras marcadas para la hibridación entre ciertas especies. Por eso los criterios para clasificar los *Capsicum* han variado desde algunos antiguos en que se reconocían 20 especies, hasta uno moderno que sostiene que sólo existe una.

En la actualidad se admite que hay 5 especies en cultivo: *Capsicum annuum*; *C. chinensis*, que algunos autores consideran que forma parte de la anterior; *C. frutescens* (*C. conicum*); *C. pendulum* (*C. angulosum*), y *C. pubescens* (Fig. 16.9).

Capsicum annuum. Esta es la más variable de todas las especies del género y la más ampliamente cultivada; sólo en México se conocen más de 100 variedades. Incluye tanto formas picantes como dulces. Se distingue por sus flores de corola blanca o amarillenta, con anteras azules o purpúreas. Los frutos aparecen en las axilas de las hojas o ramillas, por lo común solitarios, rara vez dos. Los pedicelos son cortos o largos, erectos o pendientes. Las semillas de color claro. No hay pubescencia en el tronco y follaje.

Esta especie se halla distribuida especialmente en América del Norte y Central y su área principal de domesticación debió estar en México. No se la conoce en Sur América, excepto en los países norteros. Es la especie de mayor cultivo en Europa, Africa y Asia.

Incluye chiles picantes como 'Ojo de Pájaro', 'Chile Piquín', 'Mulato', 'Cayena', 'Ancho', 'Cascabel', 'Pasilla' y muchos otros. Los frutos pueden crecer hacia arriba o pendientes y tener toda la gama de colores característica del género. Algunos cultivares pequeños y cónicos, como 'Ojo de Pájaro', se han conocido con el nombre técnico de *Capsicum baccatum*, y se

distinguen por su alto contenido de sustancias picantes. Se incluyen también en esta especie los llamados *longum*, *grossum* y *fasciculatum*; los últimos se cultivan por sus frutos erectos y grandes.

Además incluye los numerosos cultivares llamados pimientos o chiles dulces, cuyo cultivo se ha desarrollado especialmente en áreas subtropicales.

Capsicum chinensis. Esta especie es incluida por algunos especialistas en *C. annum*. Las flores tienen corolas blancas o amarillentas y anteras azules o púrpuras. Los frutos son 3, rara vez 2 ó 1 por axila, con pedúnculos cortos, erectos o pendientes. Se conoce desde México a Brasil.

Capsicum frutescens (*C. conicum*). Especie vecina a las anteriores, de las que se distingue por tener generalmente 2 frutos por axila, y por el cáliz liso, mientras que en las 2 anteriores presenta un reborde en la parte superior. Carece también de pubescencia.

A esta especie pertenecen en primer término los chiles o ajíes del norte de Sur América, Colombia, Venezuela y las Antillas. También los 'Tabasco', cultivados en México y Estados Unidos; 'Uvilla' y otros tipos mexicanos. Los chiles africanos, muy picantes, parecen también pertenecer a esta especie.

Capsicum pendulum (*C. angulosum*). Se caracteriza por flores de corola blanca

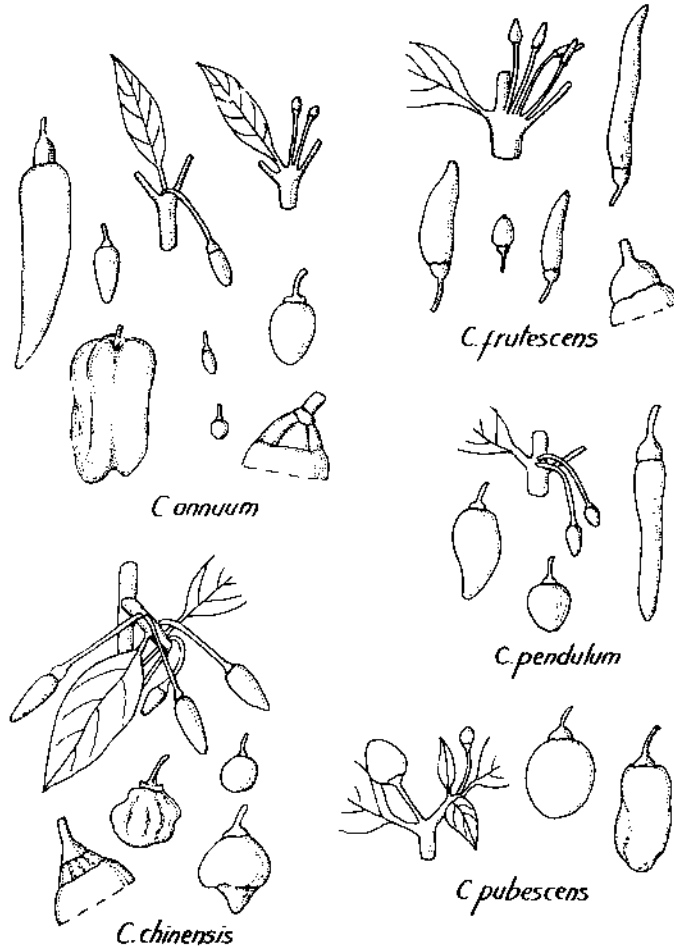


Fig. 16.9. Especies cultivadas de *Capsicum*.

que tienen manchas amarillas en los lobos o pétalos y por las anteras azules o purpúreas. Hay un fruto por axila, rara vez dos, con semillas de color claro. Las plantas no son pubescentes.

Esta especie es suramericana, y se cultiva especialmente en la vertiente occidental de los Andes, de Ecuador a Chile, y en la parte meridional hasta Argentina. Los tipos principales son 'Mirasol', 'Ají blanco', 'Puca marati' y otros.

Capsicum pubescens. Especie que se puede distinguir de las anteriores por las flores de corola purpúrea o morada, por tener un fruto en cada axila y semillas negras. Las hojas son pubescentes y rugosas. Se cultiva especialmente en la región occidental de los Andes pero se ha extendido a México.

El tipo principal es "Rocoto".

Morfología general

Los *Capsicum* son plantas herbáceas o arbustivas de tronco leñoso y ramificación dicotómica, con hojas alternas, lisas y brillantes, excepto en *C. pubescens* en que son rugosas y pubescentes. Las inflorescencias aparecen en las axilas de hojas y ramillas. En la misma especie pueden haber inflorescencias solitarias o en grupos, pendientes o erectas. La longitud y posición del pedúnculo también varía dentro de la especie. En ciertos cultivares las flores crecen erectas al principio pero al formarse los frutos, los pedúnculos se doblan hacia abajo. El cáliz de 5 lobos permanece adherido al fruto; es liso en *C. frutescens*; con rebordes basales en *C. annuum* y *C. chinensis*. La corola en forma de copa se abre arriba en 5 ó 7 lobos. Como se mencionó anteriormente, el color de la corola puede servir para reconocer ciertas especies. Los 5 estambres son rectos, con filamentos cortos y anteras azules, moradas o amarillas. El ovario, esférico o cónico, termina en un estigma simple que sobresale de los estambres que lo rodean.

Fruto

Los caracteres del fruto varían mucho dentro de la misma especie; en longitud, por ejemplo, pueden variar de 1 a 30 cm.

El fruto es una baya, por lo común con sólo 2 celdas, hasta con 5 en los pimientos. Los tabiques que separan las celdas no son completos, pues en la parte apical la cavidad es continua (Fig. 16.10 A, B).

La pared del fruto se forma de pericarpo (Fig. 16.10 C), que incluye la epidermis, formada por una capa de células isodiamétricas de paredes externas engrosadas y de una zona de 2 a 4 capas de colénquima que junto con la epidermis forman una cáscara fina pero resistente. El mesocarpo es un tejido carnoso de parénquima cargado de pequeños cristales amarillos o rojos; la banda externa, hacia la epidermis, está constituida por células isodiamétricas, mientras que en la interna son alargadas en sentido radial, mucho más grandes que las anteriores y con frecuencia interrumpidas por haces vasculares muy finos. La última capa de células en el mesocarpo, hacia el interior del fruto, forma las llamadas células gigantes, que son típicas de estas especies. Son mucho más grandes que las otras, visibles a simple vista y están llenas de un líquido transparente; en la pared interior del fruto aparecen como vesículas claras y prominentes. El endocarpo está constituido por una o pocas capas de células más pequeñas y de paredes gruesas.

En el centro del fruto los tabiques o paredes llevan adheridas numerosas semillas.

Contenido de capsicina

La capsicina es el principio que da el carácter picante a los *Capsicum*. Su contenido varía mucho según el cultivar, y en su formación los factores ambientales tienen un papel principal. Los chiles más picantes se producen en Africa, México y Japón. La capsicina en los frutos maduros sólo se encuentra en las capas externas

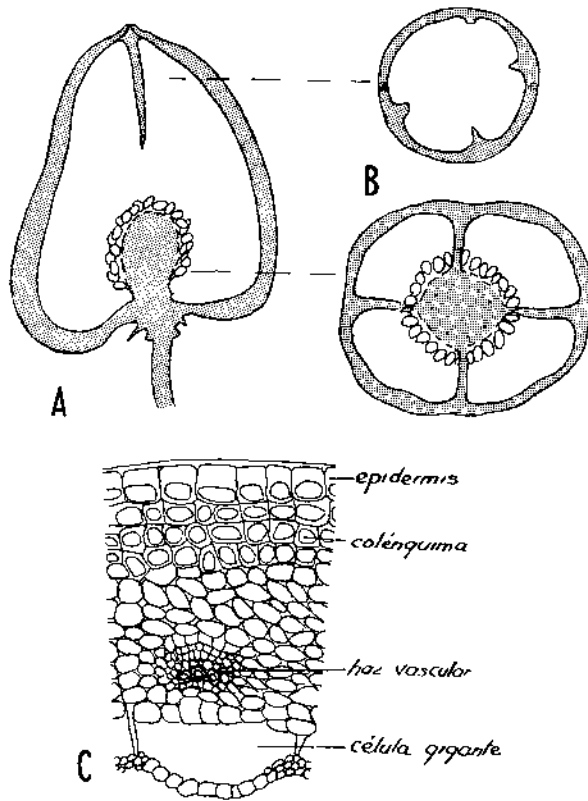


Fig. 16.10. *Capsicum*, chile o ají. A, corte longitudinal del fruto. B, cortes transversales. C, corte del pericarpio.

de las placentas o sean los tejidos que sostienen las semillas. En éstas también se halla debajo de la epidermis, que es gruesa e irregular.

Esta sustancia puede a menudo reconocerse en soluciones hasta de una parte en 50.000. No es soluble en agua y en los chiles secos forma pequeñas masas cristalinas y amarillentas. Parece haber una relación inversa entre el tamaño del fruto y su contenido de capsicina.

Biología floral

Las flores de los chiles o ajíes se abren en las primeras horas de la mañana y poco después las anteras comienzan a descargar polen. La posición del pistilo, situado entre las anteras, hace posible que en la mayoría de los casos haya autopolinización. Sin embargo, en estudios experimentales así como en los cultivos comerciales, se ha observado que hay un buen

porcentaje de polinización cruzada, que en ciertos casos llega hasta el 15 por ciento. Esto explica que mucha de la variabilidad que se observa en los *Capsicum* puede atribuirse a hibridación.

Variabilidad

Las 5 especies de *Capsicum* cultivadas son diploides, $2n=12$. Las más afines entre ellas son *C. annuum*, *C. chinensis* y *C. frutescens*; las más alejadas por su orden son *C. pendulum* y *C. pubescens*. Ninguna de ellas ocurre en estado verdaderamente silvestre, aunque el chile de fruto pequeño, rojo y erecto, llamado 'Ojo de Pájaro' o *C. baccatum*, aparece como maleza en muchos países tropicales.

Los factores de variación han sido estudiados en particular en el fruto. La posición pendiente es condicionada por un factor dominante. El tamaño y forma son determinados por grupos de genes, sobre

los que aún no existe información definida. El color rojo es dominante sobre amarillo y hay además genes que determinan los tonos verdosos. El carácter picante es dominante y los chiles grandes como los pimientos, son recesivos seleccionados por su tamaño y sabor agradable.

La formación de nuevos cultivares, especialmente para su adaptación a áreas subtropicales y resistencia a las enfermedades típicas de las Solanáceas, se lleva a cabo en los pimientos tanto en Estados Unidos como en Europa. En los tipos picantes se ha hecho alguna selección en India y en Sur América.

CESTREAS

TABACO

El tabaco se obtiene principalmente de *Nicotiana tabacum* y en cantidad muy reducida de *N. rustica*. Otras especies, *N. bigelovii*, *N. attenuata* y *N. trigonophylla*, fueron utilizadas por los indios del oeste de los Estados Unidos con idénticos propósitos: fumado, rapé o masticatorio.

El tabaco tuvo una expansión rápida en Europa y Asia después de su descu-

brimiento por los conquistadores españoles. Su cultivo se extendió primero por el Sur de Europa, Asia Menor y Cercano Oriente; en el siglo XVIII por el Sureste de Estados Unidos, y en el XX en Java, Africa y Australia. Todos los países americanos producen, exportan e importan tabaco; el cultivo se ha intensificado especialmente en Brasil (Bahía), Cuba, México, República Dominicana y otros.

Nicotiana tabacum

Sistemática

El género *Nicotiana* está distribuido naturalmente en América y Australia, aunque de las 60 especies que aproximadamente forman el género sólo 5 son australianas.

En *Nicotiana* se conocen varios niveles de ploidía, siendo su número básico de $x=6$. Las dos especies cultivadas tienen $2n=48$, es decir son poliploides, y las únicas que alcanzan ese nivel en los dos subgéneros distintos a que pertenecen. Se conocen en otros grupos algunas especies silvestres de nivel tetraploide.

ocurrió un doblamiento formándose una especie con 48 cromosomas. Es muy posible que las 2 especies parentales de que se deriva el tabaco hayan desaparecido. Sin embargo se han hecho cruces entre especies diploides: *N. sylvestris* x *N. tomentosiformis*, *N. otophora* x *N. tomentosa*, de los cuales han resultado plantas muy semejantes a *Nicotiana tabacum*. Como todas esas especies son suramericanas, es posible que *N. tabacum* se originó en las regiones bajas al Este de los Andes, y que de allí el hombre la extendiera hasta Norte América.

Origen

Hoy se admite que el tabaco corriente, *N. tabacum*, no se halla en estado silvestre y que posiblemente se deriva de la hibridación de 2 especies de 12 cromosomas cada una, y que después del cruce

Morfología general

Nicotiana tabacum es una de las especies que presenta mayor variación en todos sus caracteres. Se considera en cultivo como planta anual; en los trópicos, sin embargo, vive varios años. La planta tiene un eje principal, rara vez ramificado en su parte inferior.

Raíz

El sistema radical varía mucho según el cultivar; puede ser compacto o difuso, corto o extendido. Un 75 por ciento de las raicillas absorbentes se encuentra en los 30 cm. superiores del suelo. En el cultivo se acostumbra en ciertos países podar la raíz principal.

La estructura interna de la raíz adulta muestra de afuera hacia adentro, primero una capa de corteza que se suelta y reemplaza continuamente; luego una capa estrecha de floema, y al centro los tejidos duros de xilema. En las raíces jóvenes hay epidermis con numerosos pelos absorbentes.

Tallo

El tallo es cilíndrico, herbáceo y suave en la parte superior de la planta, con abundante tejido secundario o madera, en la inferior. El tallo y el follaje están cubiertos de una pubescencia viscosa, formada por pelos o tricomas de varias formas. Los más notables son los glandulares, que tienen una base larga y terminan en una esferita de la que sale una sustancia pegajosa. Hay otros más cortos, sésiles y esféricos, y otros ramificados.

En corte transversal del tallo se observa primero la epidermis, una capa de células con el lado externo más grueso, provistas de pelos unicelulares y estomas; luego la región cortical, que se distingue por una banda externa de parénquima, formada de células verdes, y otra más interna, de células de mayor tamaño, ricas en cristales de oxalato de calcio; el periciclo tiene una banda de células de paredes gruesas, las fibras; el floema es un anillo angosto, de células de contenido opaco; el xilema forma otra banda más ancha que la anterior, de células con paredes engrosadas en sentido radial y vasos más anchos; después del xilema, está la región perimedular, limitada hacia adentro por haces aislados de fibras, que forman el periciclo interno; finalmente la médula ocupa la

mayor parte del tallo y está formada de parénquima.

Hojas

Las hojas aparecen en el tallo en filotaxia de 3/8. Su forma es extremadamente variable. En la mayoría de los cultivares son sésiles, y la base de la lámina es más o menos envolvente en el tronco o ramas. Dicha base se angosta luego a lo largo del nervio central, para ensancharse en la parte superior de la lámina. En las clasificaciones antiguas esta característica servía para reconocer los diferentes tipos (Fig. 16.11 A-C). Así en *havanensis* la parte ancha de la hoja tiene una forma más o menos oval, con el ápice agudo; en *brasilensis* es de forma en general elíptica y en *virginica* ovales y de ápice ancho. Estas diferencias sólo representan tipos extremos y hoy no tienen valor sistemático. La posición de las hojas con respecto al tallo varía mucho; en *havanensis* las hojas están en un plano más o menos horizontal y la planta tiene un porte erecto; en *brasilensis* están en ángulo agudo y en *virginica* son horizontales y la planta es cónica, con la base mucho más ancha que el ápice.

En la hoja madura (Fig. 16.11 D) la epidermis superior está cubierta como el tallo, de pelos formados por varias células de base cónica y ancha, que terminan en una esferita con numerosas divisiones. Estos pelos son glándulas que exudan un aceite pegajoso y verdusco. Hay también muchos estomas. La epidermis superior es relativamente plana; las células, de contorno irregular, tienen la cara superior muy gruesa. El mesofilo se compone de una sola capa de células de empalizada, llenas de cloroplastos; son largas y estrechas, rectangulares, con el eje mayor en ángulo recto con la cara superior de la hoja. Debajo está el parénquima lacunoso, que ocupa la mitad de la hoja, formado por células de forma muy irregular, que dejan entre ellas muchos espacios. La epidermis inferior tiene numerosos esto-

mas y muchos pelos viscosos, que son más frecuentes sobre las áreas que cubren los nervios.

El nervio central de la hoja se divide en nervios de primer orden, de disposición pinnada, los cuales se subdividen varias veces formando una red muy fina. En un corte transversal de la hoja los nervios aparecen debajo del parénquima en empalizada, al comenzar el parénquima lacunoso. El haz vascular, de cualquier ta-

maño que sea, se forma de una banda inferior o externa de floema, otra de xilema encima y de haces aislados de floema superior o interno. El haz vascular está rodeado por una banda discontinua de fibras pericíclicas.

En los tejidos del mesofilo central, especialmente los vecinos a los nervios, es donde se halla la mayor concentración de nicotina, el alcaloide por el cual se utiliza el tabaco; también se halla en los pelos

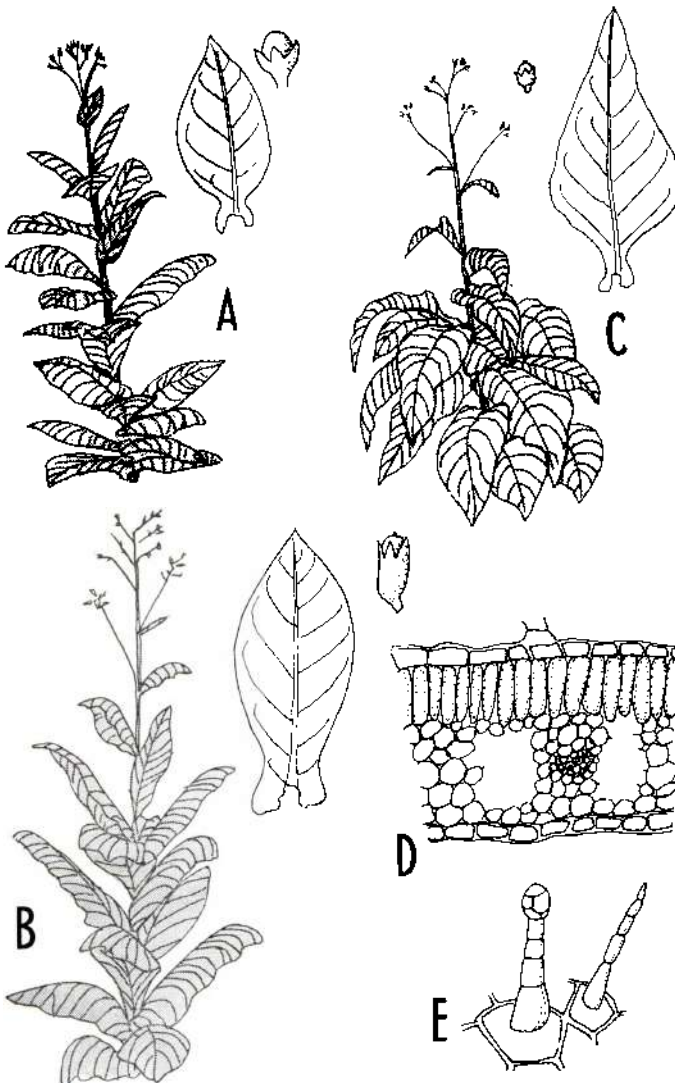


Fig. 16.11 *Nicotiana tabacum*. tabaco. A, tipo *brasilensis*. B, tipo *havanensis*. C, tipo *virginica*. D, corte transversal de la hoja. E, tricomas.

epidérmicos y en las células que les sirven de base. Se encuentra además en cantidades menores en las venas o nervios de las hojas y en todas las otras partes de la planta con excepción de la semilla. El contenido de nicotina y otros alcaloides en la hoja fresca es muy diferente que en el producto elaborado. Para obtener éste se requiere cortar, secar y fermentar las hojas, siguiendo procesos distintos según la finalidad que se quiera dar al producto. Ciertas prácticas de cultivo, poda, sombra, fertilización, por ejemplo, afectan profundamente la estructura de la hoja y su composición, y son determinantes de la calidad de mayor importancia que los factores hereditarios. Contrario a lo que se cree corrientemente, el contenido de nicotina no está relacionado con el sabor y aroma del tabaco.

Flores

La inflorescencia es una panícula formada por muchos ejes florales. Las flores tienen pedicelos que varían de 5 a 25 mm. de largo, cilíndricos, verdes, cubiertos de pelos viscosos (Fig. 16.11 E). El cáliz es cilíndrico, campanulado, de 10 a 20 mm. de largo, verde, cubierto de pubescencia pegajosa y termina en 5 lobos desiguales. La corola se compone de una base tubular, de 10 a 15 mm. de largo, un cuello de 20 a 40 mm. de longitud, cuya mitad inferior es cilíndrica y blanca y la superior más ancha, roja o rosada, y de 5 lobos que se abren en un plano. La corola está cubierta también de pelos viscosos. Los 5 estambres salen de la base del cuello, 2 pares más largos y el quinto estambre más corto. El pistilo es filiforme, blanco, terminado en un estigma discoideo.

Biología floral

Hay grandes diferencias entre cultivares en la apertura de las flores y su polinización. Las flores se abren por la mañana o en las primeras horas de la tarde, cuando

las anteras ya han soltado gran cantidad de polen y los estigmas están receptivos. Sin embargo observaciones hechas en diferentes países han comprobado que el polen de otras plantas puede fertilizar flores que ya lo han producido en cantidad y que la polinización cruzada ocurre hasta en un 25 por ciento en ciertos casos. Los insectos y colibríes son agentes activos de polinización.

Fruto y semilla

El fruto es una cápsula ovoide, cubierta en gran parte por el cáliz. Internamente se divide en dos secciones, cuyas paredes están cubiertas por semillas diminutas.

Las semillas son por lo común aplanadas, de perfil ovoide, con la base prominente que termina en el hilo. Miden 3/4 mm. de largo. Su superficie es reticulada, de color castaño oscuro. Internamente se componen de un embrión rodeado de endosperma. Como se dijo anteriormente no hay nicotina en las semillas. Esta sustancia sin embargo, se comienza a formar muy pronto en la plántula, unas dos semanas después de la germinación.

Variabilidad

Pocas plantas cultivadas presentan una variación tan amplia como el tabaco. Esta se complica aún más con la confusión de los nombres de cultivares, que cambian de país a país. Se han hecho varios intentos de clasificación, como el ya mencionado en *brasilensis*, *havanensis*, *virginica*, y otros que representan extremos en el conjunto de cultivares, pero que no permiten clasificar a muchos tipos que son claramente intermedios.

El hombre ha seleccionado el tabaco desde el inicio de su domesticación. Su expansión a áreas subtropicales, en donde su cultivo ha sido más intenso, ha determinado la selección de variedades adecuadas a esos habitats.

La fijación de nuevos tipos convenientes para el cultivo, que se presentan como

mutaciones, es el factor principal en el mejoramiento. El caso del cultivar 'White Burley' puede servir de ejemplo; en una plantación de 'Red Burley' aparecieron varias plantas de follaje más claro, que probaron luego ser de calidad diferente, y cuyo cultivo se extendió con rapidez, dándoles el nombre de 'White Burley'. En los países más avanzados, a la selección de tipos obtenidos por mutación, ha seguido la hibridación y la selección de progenies superiores por calidad, rendimiento, resistencia y otras características. Se conoce la heredabilidad de ciertos caracteres. El porte, por ejemplo, es determinado por varios factores; los tipos gigantes aparecen como mutaciones recesivas. La altura depende del número de entrenudos y de la longitud de éstos; pero estos dos caracteres pueden determinar plantas bajas y compactas, altas y de follaje espaciado y tipos intermedios. Los caracteres de las hojas, de gran importancia económica, son también de herencia muy compleja. Los tipos de hojas claras, como el 'White Burley' citado anteriormente, se deben a varios factores recesivos complejos. La forma de la lámina, su base simple o envolvente, la relación entre longitud y anchura, el borde liso o festoneado, son caracteres que se heredan en forma independiente, y por lo tanto en los híbridos pueden presentarse en muchas combinaciones. Igual sucede con los colores de la flor, o con las características fisiológicas referentes al desarrollo de la planta, floración, concentración de alcaloides y otros caracteres.

Nicotiana rustica

Esta especie es de distribución más restringida. Es un cultivo de huerta en varios países de América, Oriente y Europa. Se siembra principalmente para la obtención de nicotina, que se emplea como insecticida.

Origen

Nicotiana rustica era cultivada en América, especialmente en México, a la llegada

La tendencia actual es a establecer como cultivares las progenies individuales de características morfológicas o fisiológicas definidas, reconociendo su tipo comercial, origen geográfico y diferente aplicación en la industria.

Se puede hablar así de tabacos americanos (de Estados Unidos), brasileños, turcos u orientales, cubanos, deli (de Sumatra), y otros, como agrupaciones regionales con ciertas características comerciales, en que se incluyen series de progenies o cultivares diferentes por su calidad, hábitos de crecimiento, floración, tipo de follaje y demás características.

En los cruzamientos interespecíficos no se han obtenido tipos superiores, excepto en resistencia. El caso más interesante ha sido la incorporación en *Nicotiana tabacum* de la resistencia al mosaico, mediante el cruce con *N. glutinosa*, que es inmune. El híbrido obtenido, *digluta*, fue retrocruzado a *N. tabacum* y aunque la primera generación fue muy poco fértil, la descendencia de los cruces incluyó plantas completamente resistentes, con las que se establecieron nuevos cultivares.

Los estudios genéticos en tabaco y otras especies de *Nicotiana* son muy numerosos, particularmente en hibridación, pues las flores grandes y la gran cantidad de semilla que se obtiene en un cruce, son muy favorables para esta clase de trabajos. Kolreuter, de 1761 a 1765, hizo los primeros híbridos artificiales, utilizando plantas de *Nicotiana*.

de los europeos. Fue el primer tabaco conocido en Europa, y el primero que se exportó de América, desde Virginia. Algunos autores han sugerido que fue la primera especie domesticada, o la que tuvo mayor difusión hasta ser suplantada por *Nicotiana tabacum*.

Nicotiana rustica es también un poliploide, posiblemente derivado del cruce de *N. undulata* y *N. paniculata*, ambas especies diploides, seguido de un doblamiento

to en el número cromosómico. Su origen geográfico puede trazarse a las cordilleras andinas, en donde se hallan los dos posibles progenitores, y donde se conoce una variedad silvestre de *N. rustica*.

Morfología general

Nicotiana rustica es una hierba alta, hasta de 1,5 m., normalmente de un sólo tallo ramificado en su parte superior (Fig. 16.12). Las hojas son pecioladas, no sésiles como en *N. tabacum*, de 10 a 30 cm. de largo, ovadas, elípticas o cordadas, según la variedad. Tanto los tallos como las hojas están cubiertos de pelos viscosos. Las panículas florales son abiertas o compactas. Las flores tienen pedicelos cortos, de 3 a 4 mm. de largo. El cáliz es ancho, con lobos irregulares. La corola de 12 a 15 mm. de largo, de color verdoso amarillento, está cubierta por fuera de pelos viscosos. Hay 5 estambres, 2 pares iguales y un quinto más corto. El fruto es una cápsula indehiscente, esférica u ovoidea, de 5 a 15 mm. de largo; las semillas, de color café y superficie rugosa, miden 0,75 a 1 mm. de longitud.

Variabilidad

Es menor que en *N. tabacum*. La variedad *pavonii*, crece silvestre desde Ecua-

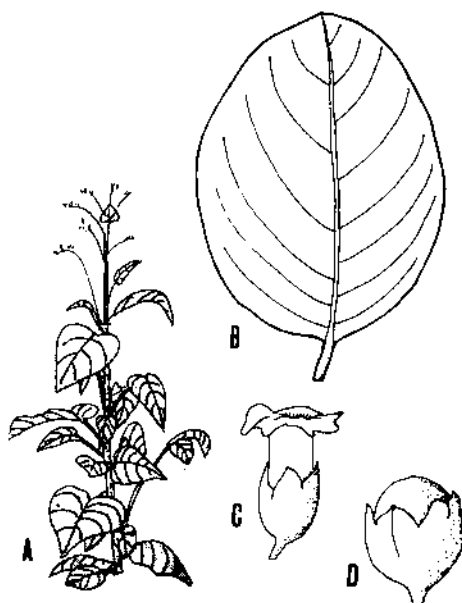


Fig. 16.12. *Nicotiana rustica*, tabaco. A, porte. B, hoja. C, flor. D, fruto.

dor a Chile. Se conocen razas o grupos de cultivares: *texana*, de hojas ovadas, de México y Estados Unidos; *brasilica*, de hojas anchas, elípticas y cápsula esférica, que se cultiva en el Sur de Europa; *asiatica*, de Siria, de la que se prepara un tabaco especialmente perfumado, y otros grupos menores.

CONVOLVULACEAS

CAMOTE, *Ipomoea batatas*

El camote es una de las plantas alimenticias de mayor valor en los trópicos y subtropicos, como fuente de calorías y por su buen contenido en vitaminas y minerales. Puede crecer en gran diversidad de ambientes, incluyendo suelos pobres y de escasa humedad. Su cultivo y utilización industrial está más avanzado en las zonas templadas, Estados Unidos y Japón, que en los trópicos de donde es originario.

Origen y dispersión

El problema del origen y dispersión primitiva del camote es muy complejo y aún no ha sido aclarado satisfactoriamente. Los hechos históricos relativos a su dispersión son los siguientes:

1. el camote era cultivado ampliamente en América a la llegada de los españoles;

2. cuando los primeros navegantes europeos llegaron a Polinesia encontraron que era un alimento importante, que se cultivaba en todo el triángulo polinésico comprendido entre Nueva Zelanda, la Isla de Pascua y Hawaii;

3. el camote no era cultivado en Asia o Africa en la época de los grandes descubrimientos y su introducción a Africa fue hecha después por españoles y portugueses.

Los aspectos botánicos pueden plantearse así: a) en primer lugar, el camote no se conoce en estado silvestre y la especie más afín, *I. trifida*, se halla en América tropical. Esta especie tiene en algunos tipos 90 cromosomas como el camote, es altamente autoestéril y se cruza con éste dando híbridos fértiles. No forma, sin embargo, raíces tuberosas; b) el camote se propaga casi exclusivamente en forma vegetativa y sólo en pocas localidades forma semillas normalmente; c) el camote es hexaploide, lo que indica un origen botánico muy complejo.

Los hechos indicados y los últimos descubrimientos reafirman la idea que el camote se originó en América. Pudo derivarse del cruce entre una especie con 30 cromosomas y otra con 60. El híbrido estéril, de $2n=45$, se dobló dando una especie con 90 cromosomas.

Ha habido mucha discusión sobre cómo se efectuó la distribución precolombina del camote, ya que es la única planta americana que se sabe con seguridad que era cultivada fuera de este continente. La presencia del camote en dos áreas muy separadas antes de la época de los descubrimientos y la escasa probabilidad de que fuera distribuido por agentes naturales como las corrientes marítimas, hace factible la hipótesis de que su distribución sólo pudo hacerse con la intervención del hombre. Si el camote es nativo de América tropical pudo ser llevado a Polinesia por indios americanos, o por polinesios que vinieron a América. Ambos grupos eran buenos navegantes y contaban con embarcaciones que les permitían hacer viajes largos. Quizás en esas expediciones primi-

tivas no sólo se llevó el camote sino otras especies que no lograron prosperar en Polinesia, como ocurrió siglos después con algunas de las introducciones hechas por los españoles de Perú a Guam. Por otra parte el camote pudo ser introducido a Polinesia en forma casual, en embarcaciones arrastradas desde América por corrientes marinas. Esta hipótesis es la más probable, puesto que en varias oportunidades se ha comprobado que embarcaciones abandonadas en la costa del Pacífico de Sur América han sido llevadas por la corriente ecuatorial hasta Oceanía. El nombre que tiene el camote en Polinesia es kumara, término quechua que se da también a una variedad peruana.

Morfología general

El camote presenta una variación muy amplia. Como se puede esperar en el caso de una planta de propagación casi exclusivamente vegetativa, son las mutaciones somáticas las que han dado origen a la mayoría de los cultivares. Este proceso continúa y por él actualmente se obtienen nuevas variedades.

La parte aérea (Fig. 16.13 A) se forma de numerosos tallos, en algunas variedades cortos y compactos que escasamente llegan a 1 m. de longitud; en otros, largos y tendidos hasta de 8 m. de largo. Los cultivares suramericanos se distinguen por los tallos gruesos, a menudo lignificados. La pubescencia varía mucho según el cultivar, desde tipos completamente glabros hasta uniformemente pubescentes. Otro carácter general es la presencia de pigmentos morados en el tallo, follaje y flores, que se atribuye al efecto de un factor dominante.

Raíces

Se ha discutido si la parte comestible del camote es un tallo engrosado o una raíz tuberosa (Fig. 16.13 A, B). Las pruebas anatómicas confirman que se trata de una verdadera raíz.

En los camotes propagados por vía vegetativa las raíces nuevas salen de los nudos inferiores de los tallos o estacas en filas verticales o sin orden alguno. Después de cierto tiempo algunas de esas raíces adventicias inician el almacenamiento de sustancias de reserva, hasta llegar a constituir raíces tuberosas de gran tamaño. Su forma varía según el cultivar, desde esféricas hasta casi cilíndricas. Pueden ser lisas o con surcos longitudinales, las primeras determinadas por un factor recesivo. La superficie varía de suave y lisa a rugosa y el color de la capa externa desde blanquizco a morado oscuro, según el cultivar. Es frecuente que de una raíz tuberosa broten raíces más finas; en los tubérculos con surcos longitudinales salen de éstos y en los lisos, de ciertas áreas más hundidas.

La estructura de la raíz tuberosa varía mucho. La cáscara o periderma es muy

delgada y se compone de 6 a 10 capas de células aplanadas que pueden estar pigmentadas de púrpura o rosado hasta ser casi incoloras.

En un corte transversal de la raíz joven (Fig. 16.13C) aparecen dos zonas, la región cortical, angosta y más oscura, y el cilindro central (Fig. 16.13D) que ocupa la mayor parte de la raíz. La endodermis divide ambas zonas y se reconoce como una banda continua y más clara, compuesta por células transparentes de paredes gruesas. En el cilindro central el floema aparece en grupos radiales o sectores, formado por los elementos corrientes en cse tejido: tubos cribosos, células anexas y parénquima. Con los sectores de floema alternan bandas radiales, a manera de cuñas, de color más oscuro, formadas por parénquima cargado de granos de almidón. Son muy frecuentes los canales de

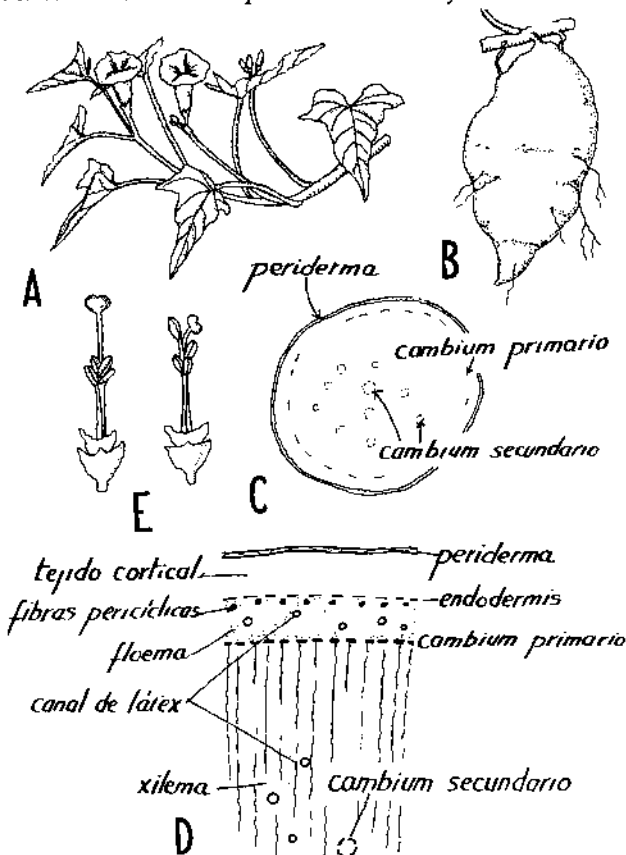


Fig. 16.13. *Ipomoea batatas*. A, porte. B, raíz engrosada. C, corte esquemático de una raíz joven. D, corte de la sección externa de una raíz tuberosa. E, flores, mostrando la longitud del estilo.

látex, que exudan un líquido blanco, espeso y pegajoso.

El xilema se forma principalmente de parénquima lleno de granos de almidón, en algunas variedades es rico en caroteno, un pigmento amarillo. Dentro del cilindro central, con más frecuencia hacia la parte media de la raíz, aparecen cambiumes secundarios. Estos se forman a menudo alrededor de vasos de xilema que se hallan dispersos en el cilindro central y también pueden presentarse sin estar asociados a ningún elemento vascular. Estos cambiumes secundarios forman tejidos que contribuyen a engrosar más la raíz. Hay casos en que se presentan también cambiumes terciarios. Como en el floema secundario hay canales laticíferos, se puede reconocer por las gotitas de látex la presencia de tejidos secundarios en el centro de la raíz.

El color interno de la raíz varía de blanco en ciertos clones antillanos, hasta anaranjado intenso o amarillo de oro en los cultivares seleccionados. En algunas variedades está interrumpido por manchas purpúreas. La pulpa anaranjada, de mayor contenido de caroteno, la determina un factor dominante y se prefiere en todos los cultivares modernos.

Una vez que la raíz alcanza su completo desarrollo, la epidermis y los tejidos corticales desaparecen, y la cáscara se forma de peridermis originada en el periciclo. La raíz (Fig. 16.13 D) se compone entonces sólo del cilindro central, y constituye un órgano típico de almacenamiento.

Tallos aéreos

La forma y color de los tallos aéreos varían mucho en los diferentes cultivares. Pueden ser cilíndricos o aristados, lisos o con lenticelas. Hay tallos con pubescencia abundante, otros carecen de ella; el color varía desde verde hasta morado oscuro, casi negro.

La epidermis está constituida por una capa de células de paredes gruesas que a menudo se rompe y forma lenticelas. La región cortical se forma de parénquima,

rico en almidón. El periciclo es un círculo casi continuo de fibras. Inmediato a él quedan los canales de látex. El floema y xilema, formados por el cambium primario, constituyen un anillo continuo; las células del xilema se ordenan primero en filas radiales y luego en grupos irregulares en forma de cuña que penetran en el interior de la médula. Son también frecuentes los cambiumes secundarios, que llevan a la formación de cordones medulares de floema y xilema.

Hojas

Una de las características más llamativas del camote es la gran variación en la forma de las hojas. No sólo son muy diferentes en los distintos cultivares, si no que varían aún en la misma planta, y a menudo la misma hoja tiene los dos lados asimétricos. Cuando el camote se propaga por semilla las plántulas provenientes de un mismo fruto con frecuencia presentan hojas de formas muy distintas.

El peciolo es largo y se separa en la inserción de la hoja en 1 nervio central y 2 ó más laterales. La lámina puede ser entera, en cuyo caso predomina la forma triangular a acorazonada, o más o menos recortada. En algunos cultivares los lobos llegan a ser tan profundos que la lámina tiene una forma digitada, con 3 a 9 divisiones.

Flores

Las flores aparecen en dicasios de 3 a 7 flores al final de largos pedúnculos. Cada flor tiene un pedicelo corto. El cáliz en forma de copa en la base, se abre arriba en 5 sépalos agudos, verdes o violetas. La corola es suave, tubular, abierta arriba en 5 lobos; mide de 2 a 5 cm. de diámetro por 3 a 6 cm. de largo. Su coloración varía de blanco a morado intenso. Los 5 estambres son de diferente longitud. El pistilo puede ser más corto o más largo que el más alto de ellos y esa relación es fija para cada clon (Fig. 16.13 E). El pistilo mide de 15 a 25 mm. de largo y

termina en un estigma globoso. El gineceo se compone de un ovario bilocular, con 2 óvulos en cada celda.

Fruto

El fruto del camote es una cápsula que contiene de 1 a 4 semillas, por lo común 1 ó 2, negras, de 3 a 5 mm. de largo, con un lado plano y otro convexo. Las semillas están cubiertas por una testa dura que hace difícil su germinación.

Biología floral

Las flores del camote se abren por la mañana y se cierran por la tarde del mismo día, desprendiéndose la corola 1 ó 2 días después. Las anteras se abren la víspera de la antesis, pero el polen no se desprende sino después de abierta la flor. Los estigmas en cambio sólo son receptivos en las primeras horas de la mañana.

Los clones son de compatibilidad muy variada; algunos de ellos completamente autoincompatibles. En una serie de ensayos hechos en Java no se encontró relación entre compatibilidad y longitud del estilo.

Variabilidad y mejoramiento

El cultivo del camote se ha extendido a las áreas subtropicales de Estados Unidos, Japón, Europa, Australia, y otras en las que se ha sometido a estudios sobre la variación y herencia de los caracteres y se han desarrollado cultivares mejorados. Trabajos similares se han realizado en menor escala en los trópicos, particularmente en Hawaii y Puerto Rico.

Debido a la florescencia irregular se han usado varias técnicas para inducir la formación de un mayor número de flores, entre ellas la aplicación de hormonas y el anillamiento de los tallos. Esto ha permitido obtener numerosos híbridos intervarietales, que luego se propagan vegetativamente dando origen a nuevos clones. Sin embargo, la mayoría de los cultivares se derivan de mutaciones de rama, 'Cliett Bunch', por ejemplo, apareció en una siembra de 'Puerto Rico', y fue luego establecido y seleccionado.

Las variedades destinadas a uso culinario, se clasifican por la consistencia de la pulpa en suaves como 'Puerto Rico', o duras como 'Jersey'. Son por lo general de color anaranjado y altas en caroteno. Los cultivares que se prefieren para harina, son de pulpa blanca o amarillo pálido.

TANGKONG, *Ipomoea reptans* (*I. aquatica*)

En Oriente se utilizan los tallos tiernos de *Ipomoea reptans* para ensaladas o cocinados en sopas. Es una magnífica fuente de vitamina A, buena en hierro y regular en tiamina.

I. reptans es una planta baja (Fig. 16.14), propia de lugares húmedos, de tallos y follaje succulentos, hojas acorazonadas y flores purpúreas. Se propaga por estacas. Se ha introducido a Hawaii y otras islas de Polinesia.

Esta hierba se cultiva mucho en los trópicos de Asia y Oceanía como hortaliza.



Fig. 16.14. *Ipomoea reptans*, tangkong.

Se propaga vegetativamente por estacas; los tallos cilíndricos, hucos, llevan hojas acorazonadas y flores rojo claro, semejante a las de la especie anterior.

Se conocen tipos tanto para terrenos secos como para áreas húmedas o inunda-

das; éstos últimos son de mayor rendimiento.

Los extremos de los tallos tiernos se comen generalmente cocinados; son una buena fuente de calcio y fósforo, y particularmente de hierro y contienen de 1 a 4 por ciento de proteína.

REFERENCIAS

- BARRAU, J. Easily grown semi-aquatic vegetable is highly edible (*Ipomoea aquatica*). South Pacific Commission. Quarterly Bulletin 5:19-20. 1955.
- BURK, L. G. y HEGGESTAD, H. E. The genus *Nicotiana*: a source of resistance to diseases of cultivated tobacco. Economic Botany 20:76-88. 1966.
- COOLEY, J. S. Sweetpotatoes - world production and food value. Economic Botany 2:83-87. 1948.
- DUFRENOY, J., GUISSQUET, P. y VEZIAN, M. Introduction á la genétique du tabac. Paris, SEITA, 1957. 155 p.
- GATTONI, L. La naranjilla. Panamá, Ministerio de Agricultura, 1961. 26 p.
- GOODSPEED, T. H. The genus *Nicotiana*, origins, relationships and evolution of its species in the light of their distribution, morphology and cytogenetics. Waltham, Mass., Chronica Botanica, 1954. 536 p.
- HAYWARD, H. E. Estructura de las plantas útiles. Versión española por Ovidio Núñez. Buenos Aires, Acme, 1953. 667 p. (p. 483-510).
- HEISER, C. B., Jr. Los chiles y ajíes (*Capsicum*) de Costa Rica y Ecuador. Ciencia y Naturaleza (Ecuador) 7:50-57. 1964.
- _____ y SMITH, P. G. The cultivated *Capsicum* peppers. Economic Botany 7:214-227. 1953.
- HODGE, W. H. El lulo, una fruta andina poco conocida. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía (Medellín) 7(26):147-154. 1947.
- HUME, E. P. y WINTERS, H. F. The palo de tomate or tree tomato. Economic Botany 3:140-142. 1949.
- JENKINS, J. A. The origin of the cultivated tomato. Economic Botany 2:379-392. 1948.
- JULIANO, J. B. Morphology of the sweet-potatoes, *Ipomoea batatas* (Linn) Poir. Philippine Agriculturist 23:833-852. 1934.
- LEDIN, R. B. The naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.). Florida State Horticultural Science. Proceedings 65:187-190. 1952.
- LUCKWILL, L. C. The genus *Lycopersicon*. An historical, biological and taxonomic survey of the wild and cultivated tomatoes. Aberdeen University. Studies no. 120. 1943. 44 p.
- MACDONALD, A. S. Sweetpotatoes, with particular reference to the tropics. Field Crop Abstracts 16:219-225. 1963.
- MANSFELD, R. Die obst liefernden Blasenkirichen (*Physalis*). Der Zuchter 24:1-4. 1954.
- MARTIN, F. W. Incompatibility in the sweet-potatoe: a review. Economic Botany 19:406-415. 1965.
- MULLER, C. H. A revision of the genus *Lycopersicon*. U. S. Department of Agriculture. Miscellaneous Publication no. 382. 1940. 20 p.
- ROIG, J. J. y FORTON, G. M. Las variedades cubanas de boniato. Santiago de las Vegas, Estación Experimental Agronómica. Boletín no 33. 1916. 76 p.

- SCHULTES, R. E. y CUATRECASAS, J. Notes on the cultivated lulo. Harvard University. Botanical Leaflets 16:97-105. 1953.
- _____ y ROMERO CASTAÑEDA, R. Edible fruits of *Solanum* in Colombia. Harvard University. Botanical Leaflets 19:235-286. 1962.
- SMITH, P. G. y HEISER, C. B., Jr. Taxonomy of *Capsicum sinense* Jacq. and the geographic distribution of *Capsicum* species. Bulletin of the Torrey Botanical Club 84:431-420. 1957.
- WOLF, S. A. Aromatic or Oriental tabaccos. Durham, N. C., Duke University Press, 1962. 278 p.

COMPUESTAS

17

La familia de las Compuestas es la más numerosa entre las Dicotiledóneas, y una de las más avanzadas en su evolución. Se compone principalmente de hierbas y arbustos; en los trópicos hay unas pocas especies arbóreas. Se caracterizan por tener las flores agrupadas en una inflorescencia especial, el capítulo, rodeado por una base o involucre constituido por una o más filas de brácteas verdes. Las flores individuales salen de un receptáculo, plano o convexo, y pueden ser uniformes o de varios tipos en la misma inflorescencia. Es corriente que las flores externas, llamadas liguladas, sean estériles y tengan la corola desarrollada en una lengüeta larga y llamativa, y que las centrales o tubulares, sean hermafroditas y de corola poco desarrollada. La estructura floral presenta gran variación. El cáliz está representado por un órgano especial, el vilano, formado por alas membranosas o pelos finos; este órgano facilita la dispersión de los frutos. Las flores pueden ser bisexuales o unisexuales, con los estambres generalmente unidos por las anteras y el estilo delgado y cilíndrico, el cual a menudo termina en un estigma bifido. El ovario es ínfero, con un solo óvulo. El fruto es un aquenio formado por un epicarpo seco y duro; la semilla está constituida principalmente por los cotiledones.

En los trópicos, las Compuestas no son de mayor importancia económica. En las tierras altas se cultiva el piretro para obtener un insecticida; el yacón por sus raíces tuberosas comestibles, y el topinambur de tallos tuberosos y ricos en almidón. En las zonas templadas son importantes las oleaginosas: girasol, cártamo, romtil, que también se cultivan en ciertas áreas tropicales, y las hortalizas como lechuga, alcachofa, salsifi. Las Compuestas tienen además muchas especies de valor económico como ornamentales.

GIRASOL, *Helianthus annuus*

El girasol fue domesticado por los indios de Norteamérica en el valle del Mississippi; en épocas prehispánicas se cultivaba hasta México. Es una especie extratropical, pero crece bien en los trópicos, donde se le cultiva como oleaginosa y ornamental sin que alcance mayor importancia económica.

El girasol es una hierba alta, de crecimiento rápido, cuyo tronco alcanza hasta 3 m. de altura. Los tallos verdes y cilíndricos se ramifican con frecuencia; en cultivo, en siembras densas, por lo común desarrolla un solo vástago. Las hojas de posición alterna, tienen pecíolos largos y láminas ovales de base cordada y

ápice agudo y llegan a medir hasta 40 cm. de largo.

Las inflorescencias son capítulos terminales de 10 a 40 cm. de diámetro (Fig. 17.1 A). El involucre está constituido por 3 filas compactas de brácteas verdes, ovadas, con el ápice bien acuminado. Las flores que componen el capítulo salen de un receptáculo plano y muy amplio, y son de dos clases. Las externas tienen la corola muy desarrollada, en forma de una lengüeta larga y amarilla, y constituyen la parte más atrayente de la inflorescencia. Estas flores no tienen órganos de reproducción. Las flores del centro, llamadas tubulosas, miden de 1 a 3 cm. de largo y llevan en la base una palea, lámina rojiza terminada en 3 dientes. El cáliz está representado por 2 escamas agudas que forman el vilano, el cual está colocado encima del ovario. Sobre éste sale la corola, tubular en la base, ensanchada después en una cavidad esférica, para luego volver a formar un tubo que termina en 5 pétalos muy cortos. Los estambres, que salen de la base de la corola, tienen las anteras largas formando un tubo por entre el cual crece y pasa el estilo, que termina en 2 ramas estigmáticas.

En el girasol las anteras expelen el polen cuando la corola no está abierta, y el estilo, al crecer dentro del tubo que forman aquellas, arrastra consigo el polen. El

estilo, sin embargo, no está en estado receptivo, y como las flores no se desarrollan simultáneamente en toda la inflorescencia, sino que lo hacen en sentido radial comenzando con las externas, la polinización cruzada es normal en esta especie. Los agentes principales son los insectos, que acuden atraídos por el polen abundante y el néctar que sale de la base del estilo.

El fruto es un aquenio, cuya forma general es obovoide, pero con lados a menudo planos, de 1,5 a 2 cm. de largo (Fig. 17.1 B). Son blancos a grisáceos, uniformes o con manchas oscuras longitudinales. El pericarpo es delgado, con la epidermis simple e hipodermis de varios estratos de células, algunas de las cuales contienen pigmentos (Fig. 17.1 C). El resto está constituido principalmente por grupos de fibras longitudinales, separadas entre sí por radios muy angostos de parénquima. Entre las fibras y los tejidos externos, hay una capa oscura, el fitomelano, que es una estructura característica de las Compuestas. La semilla está constituida por 2 grandes cotiledones, cuyo tejido básico es parénquima, con muchas células ocupadas por granos de aleurona o gotas de aceite. El contenido de proteínas es alto, de 20 a 40 por ciento; el de aceite fluctúa entre el 5 al 30 por ciento.

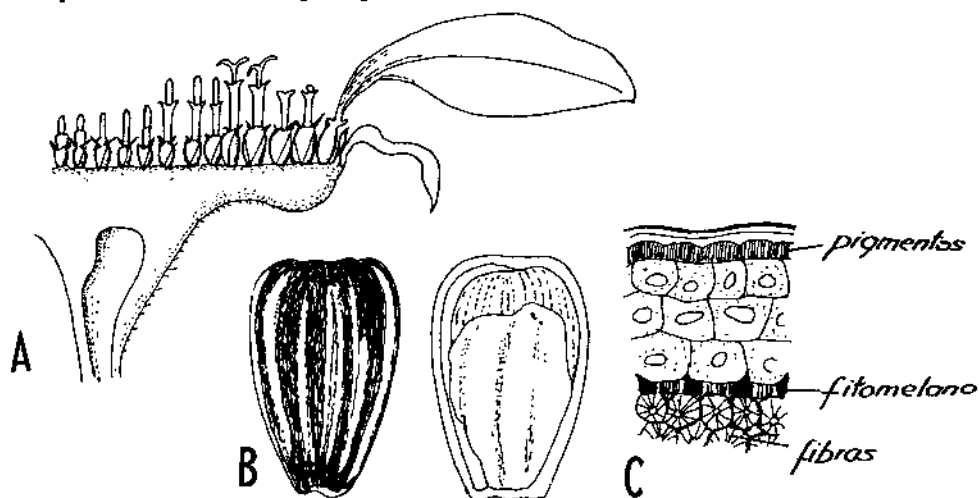


Fig. 17.1. *Helianthus annuus*, girasol. A, corte de la inflorescencia. B, semilla. C, corte transversal de la semilla.

CARTAMO, ALAZOR, *Carthamus tinctorius*

El cultivo de *Carthamus tinctorius* se ha expandido en ciertas zonas de los trópicos, y en las últimas décadas en Estados Unidos, Europa, y otras zonas templadas. En principio se utilizó como tintórea, por el color rojo brillante que se obtiene de sus flores. En los últimos años se cultiva por el aceite de las semillas, que se usa en la preparación de pinturas. Sin embargo, ha sido el uso culinario y especialmente la propiedad que se le atribuye de no formar colesterol, lo que dio el mayor impulso a su cultivo.

El género *Carthamus* tiene su centro de origen en el Mediterráneo, y el alazor era conocido para tinte y aceite, desde las primeras culturas egipcias. Para obtener el tinte se le cultivaba en los países cálidos, en India especialmente. Su cultivo como oleaginosa está limitado a áreas con temperaturas medias relativamente bajas.

El alazor es una hierba anual (Fig. 17.2) hasta de 1,5 m. de alto, compuesta de varios tallos rígidos, ramificados en la porción superior, cilíndricos y gruesos en la base, grisáceos y con estrías finas longitudinales. Las hojas alternas, oblongas u ovoidalanceladas, nacen directamente del tallo o tienen pecíolos muy cortos. La lámina es verde brillante, de 10 a 15 cm. de largo por 1 a 3 cm. de ancho, con espinas espaciadas en el borde; el ápice también termina en una espina fuerte.

Las flores aparecen en capítulos compactos, cónicos, de 2 a 4 cm. de ancho. El involucre que encierra las flores está formado por numerosas brácteas duras: las inferiores semejantes a hojas; las que siguen, triangulares y de ápice agudo y las superiores, más delgadas, terminadas en una espina y cubiertas de pubescencia fina. Por la parte superior del involucre, que es muy angosta, salen las corolas anaranjadas. Cada una de ellas representa una flor completa, constituida por una estructura tubular que lleva en la base un conjunto de pelos suaves, el vilano, y se abre arriba en 5 pétalos iguales. El tubo de la corola, amarillo o anaranjado, crece

por lo común curvo, y contiene el pigmento rojo que se usaba para teñir telas. Dentro de la corola está el tubo estaminal, cuyas anteras en la madurez sobresalen del tubo corolino. El estilo es aún más largo que los estambres, con estrías o manchas longitudinales y termina en un estigma bifido.

Los frutos o aquenios piramidales, de 5 a 8 mm. de largo, aplastados, permanecen encerrados en el involucre, que después de la florescencia se torna duro. Las espinas de las brácteas se endurecen y constituyen un obstáculo para la recolección.

Los aquenios, como en las otras Compuestas, tienen una testa dura y fibrosa; el embrión contiene cerca de 30 por ciento de aceite y 20 a 40 por ciento de proteínas. Por sus propiedades secativas el aceite se usa en pintura; para consumo humano tiene un mercado en expansión. La torta de cártamo, que se obtiene de las semillas decorticadas, se usa en la alimentación de ganado.



Fig. 17.2. *Carthamus tinctorius*, cártamo, alazor.

Se conocen muchos cultivares que difieren en tamaño, época de maduración y algunos carecen de las espinas del involucro que hacen difícil la recolección. 'Pi-

ma', de buena producción de aceite, es el cultivar más corriente en América tropical.

RAMTIL, *Guizotia abyssinica*

El ramtil, originario de África Oriental, se cultiva en Etiopía desde hace siglos por el aceite que se obtiene de sus semillas. Su área principal de producción es India, donde se le consume localmente y se exporta en pequeñas cantidades. Su cultivo tiende a intensificarse recientemente en los Estados Unidos y en otras áreas subtropicales.

El ramtil es una hierba hasta de 1 m. de alto, de tallos suaves y pilosos y hojas lanceoladas, dentadas, pubescentes, de 15 a 20 cm. de largo por 4 a 8 cm. de ancho. Por su follaje abundante se la utiliza en algunas regiones de África como forraje-

ra. Los capítulos terminales tienen las brácteas grandes y separadas y flores liguladas y tubulares.

Los aquenios son obovados, negros y lisos, miden unos 5 mm. de largo. El epicarpo se compone principalmente de cordones de fibras, separadas entre sí por parénquima, que hacia la parte externa tienen capas bien desarrolladas de fitomelano. El embrión contiene cerca de 20 por ciento de proteínas y 40 por ciento de aceites. La torta que queda después de extraído el aceite, se emplea en la alimentación del ganado.

PIRETRO, *Chrysanthemum cinerariaefolium* y otros

Varias especies de *Chrysanthemum* se han usado desde la antigüedad por las propiedades insecticidas de sus flores. La más importante, el piretro, *C. cinerariaefolium*, de Yugoslavia, se cultiva en los trópicos en las tierras altas, arriba de los 2.000 m., y su producción es importante en Kenia y Ecuador. Es una hierba de 20 a 60 cm. de alto, de hojas glaucas y re-

cortadas, e inflorescencia en tallos largos, con las flores externas blancas y liguladas, las centrales simples y amarillas. El principio insecticida se concentra en los ovarios, y se halla en menor cantidad en otras partes de la flor. Como el piretro es inocuo al hombre, y de efecto rápido y duradero para muchos insectos, tiene usos muy variados.

YACON, *Polymnia sonchifolia*

El yacón se domesticó en las tierras altas de los Andes, por sus raíces tuberosas que contienen azúcares semejantes

a inulina. Las raíces se comen frescas, y la planta se aprovecha también como forrajera.

TOPINAMBUR, *Helianthus tuberosus*

El topinambur es de origen norteamericano, se le utiliza por los rizomas tuberosos, comestibles, tanto en la alimenta-

ción humana como animal, y los tallos y hojas constituyen un buen forraje.

YAMBO, BERRO DE PARA, *Spilanthes acmella*

Esta hierba baja, de hojas recortadas e inflorescencias amarillas (Fig. 17.3), se cultiva en las tierras bajas del Amazonas por sus hojas y tallos que se comen en

ensaladas, o se utilizan en la preparación de platos típicos, a los que da un aroma característico.

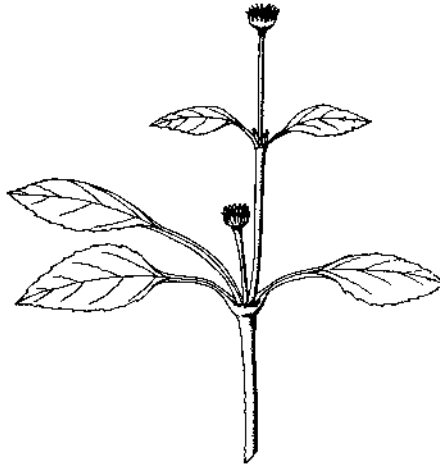


Fig. 17.3. *Spilanthes acmella*, berro de Pará.

REFERENCIAS

- BREDEMANN, G. *Über Polymnia sonchifolia* Poepp. & Endl. (*P. edulis* Wedd.) die Yacon - Erdbirne. *Botanica Oeconomica* 1(2):65-85. 1948.
- CLAASSEN, C. E. Safflower. *Economic Botany* 3:143-149. 1949.
- GNADDINGER, C. B. *Pyrethrum* flowers; supplement to 2nd. ed. 1936-1945. Minneapolis, McLaughlin, Gormely King Co., 1945. 310 p.
- HIGBEE, E. C. *Lonchocarpus, Derris and Pyrethrum* cultivation and sources of supply. U.S. Department of Agriculture. Miscellaneous Publication no. 650. 1948. 36 p.
- HURT, C. F. Sunflower for food, fodder and fertility. London, Faber, 1948. 175 p.
- KROLL, V. The cultivation of pyrethrum in Kenya. Nairobi, Pyrethrum Board of Kenya, 1965. 16 p.

RUBIACEAS

18

Las Rubiáceas son plantas de porte muy variado, desde herbáceas a arbóreas, con hojas opuestas, subtendidas por estípulas bien desarrolladas. Los flores tienen cáliz y corola regulares, con 4 ó 5 piezas unidas; en la segunda forman un tubo en la base y por lo común se abren arriba en forma de estrella. Los estambres son tantos como las piezas periánticas. El ovario es generalmente de 2 lóculos, aunque pueden haber 3 ó más. El estilo tiene a menudo longitud variable (heterostilia) en la misma especie. Los frutos son cápsulas, bayas o drupas.

Las Rubiáceas incluyen varias especies útiles. El café, que constituye el producto agrícola más importante del comercio mundial; la ipecacuana y las quininas se utilizan como medicinales. En los trópicos hay varias especies frutales de poca importancia.

CAFE, *Coffea arabica*

El café es el producto más importante de América tropical, donde se le cultiva en las regiones montañosas desde México hasta Bolivia, en los valles y pendientes de las cordilleras sobre los 500 m. de altura; y principalmente en la región subtropical de Brasil: Sao Paulo, Paraná y otros estados. Se cultiva también en las Grandes Antillas. Otras regiones productoras de importancia son las tierras altas de Africa, India, Ceilán, Indonesia, Filipinas.

La introducción original del café arábico a América se hizo hacia 1717, con semillas provenientes de plantas que crecían en el jardín botánico de Amsterdam, que fueron enviadas primeramente a Surinam (Guayana Holandesa). Las plantas de Amsterdam procedían de Java,

donde el cultivo del café había sido ya establecido con semillas procedentes de Arabia. De Surinam el café pasó a Cayena (Guayana Francesa), de donde se extendió a varias islas del Caribe, entonces en posesión de Francia. Haití, una de ellas, fue el primer centro productor en América. De Haití se llevó a fines del siglo XVIII a Cuba, de donde pasó luego a Centro América, México y Colombia. De Surinam o Cayena se llevó el café a Brasil. Se hicieron también otras introducciones posteriores desde Francia; este material procedía del mismo origen, pues descendía también de las plantas de Amsterdam.

Las primeras plantaciones que se establecieron en América procedían entonces de una o pocas plantas madres. Esta po-

blación incluye aún muchos millones de individuos de alta uniformidad, pertenecientes al cultivar 'Typica'.

Se introdujeron después otros tipos de café, como 'Bourbon', que se extendió mucho en Brasil. En las últimas décadas nuevos cultivares de superior rendimiento, están reemplazando a la población original de 'Typica'.

Origen

El área original del café arábico son las tierras altas, a más de 1,000 m., de Etiopía y Sudán. En ellas crece en estado semisilvestre, bajo los altos árboles de la selva. Presenta en esa región una amplia variedad de tipos, algunos de los cuales han sido introducidos recientemente al cultivo.

El proceso de domesticación del café arábico es desconocido. Debió ocurrir en Etiopía en épocas relativamente recientes, es decir, hace menos de 10 siglos. En ciertas regiones de ese país, el único uso que se conoce de *C. arabica* es como masticatorio, aprovechando sólo las cáscaras del fruto. Otras especies de *Coffea* se utilizan en Africa tropical con idéntico propósito, o en la preparación de infusiones de las hojas. El uso de las semillas tostadas y molidas parece iniciarse en el siglo XII en Arabia, y fue introducido a Europa en el XVIII. Como en el caso del té, cacao y otras bebidas, en el café el hombre primitivo descubrió propiedades estimulantes, que al principio aprovechó rudimentariamente, y que luego utilizó en formas más complejas.

El origen botánico del café es también oscuro. El café arábico es un poliploide, único en su género. El número básico en *Coffea* es $2n=22$; *C. arabica* tiene $2n=44$. Se ha sugerido entonces que pudo resultar del cruce de dos especies y de un doblamiento cromosomal posterior. No hay idea de cuáles podrían ser esas especies parentales, pues en las tierras altas de Etiopía y Sudán no existen otras especies de café.

Se ha indicado que podría derivarse del cruce de dos especies de las tierras bajas, como *C. canephora* y *C. eugenioides*, ambas diploides, la última parecida a *C. arabica*. El híbrido tetraploide pudo adaptarse mejor a las tierras altas en que aún se encuentra. También cabe la posibilidad de que se originara de dos especies ya desaparecidas.

Morfología general

La planta del café arábico se forma normalmente de un solo eje o tallo central. En su ápice hay una zona de crecimiento activo durante toda la vida de la planta, que va alargando el tallo central formando nudos y entrenudos. En los primeros 9 a 11 nudos de una planta joven, es decir de aproximadamente 1 año de edad, brotan sólo hojas en filotaxia de 2/5. A partir del doceavo nudo, salen ramas laterales de las axilas superiores de las hojas. Como el tallo se alarga en todas sus partes, al cabo de cierto tiempo las ramas laterales se desplazan de la axila y parece que salieran a una corta distancia arriba del punto de origen. Las ramas laterales se alargan continuamente y la parte superior del eje vertical continúa creciendo y emitiendo nuevas ramas en diversos ángulos, de tal modo que la planta teóricamente se desarrolla en forma cónica.

Dimorfismo de ramas

En el café arábico el eje central o tallo ortotrópico produce normalmente sólo yemas vegetativas, nunca flores (Fig. 18.1 A). Las ramas laterales o plagiotrópicas, son las que producen flores y frutos. El primero crece verticalmente, las segundas en un plano horizontal al principio, pendientes después (Fig. 18.1 B). Si el punto apical de crecimiento del eje ortotrópico es destruido, se desarrollan yemas en el lado inferior de las hojas, que primero crecen en sentido horizontal, luego

se doblan y crecen verticalmente formando una rama ortotrópica o chupón, que a su vez forma hojas y ramas laterales. El número de yemas por axila es generalmente de 4, pero sólo una se desarrolla. En los cafetos viejos, sin embargo, hay áreas en la parte inferior del tronco ya desprovistas de hojas, en que se forman muchas yemas. Por eso al podar una planta vieja, eliminando el crecimiento apical o agobiándola, se induce la formación de muchos chupones basales.

Si en una rama lateral o plagiotrópica se corta el ápice, no se induce la formación de otras ramas laterales en la misma axila.

La diferencia entre ramas ortotrópicas y plagiotrópicas es más evidente en la propagación vegetativa. Al enraizar o injertar ramas ortotrópicas se desarrolla una planta normal; pero si se enraiza o injerta una ramilla plagiotrópica resulta una planta baja y compacta con sólo ramas laterales, que eventualmente puede formar, después

de varios años, brotes ortotrópicos. Esta diferencia es de mucha importancia práctica en aquellos trabajos en que se requiere propagación vegetativa, como en la propagación de clones.

El dimorfismo de ramas también debe tomarse en cuenta en los trabajos de poda. Si una planta de café se deja a libre crecimiento el eje central continúa creciendo indefinidamente. La cosecha se concentra en el crecimiento nuevo de las ramas inferiores y en las ramas nuevas cerca del ápice. Así la producción anual de una planta aumenta continuamente hasta los 5 a 7 años, y a partir de entonces disminuye notoriamente. Para evitar una baja en la producción se aplican diversos métodos de poda o agobio, cuyo fin principal es formar nuevos ejes verticales, eliminando la yema terminal del primer tallo. Estos ejes verticales forman más ramas laterales, y hay por lo tanto un mayor número de axilas florales que en una planta a libre crecimiento.

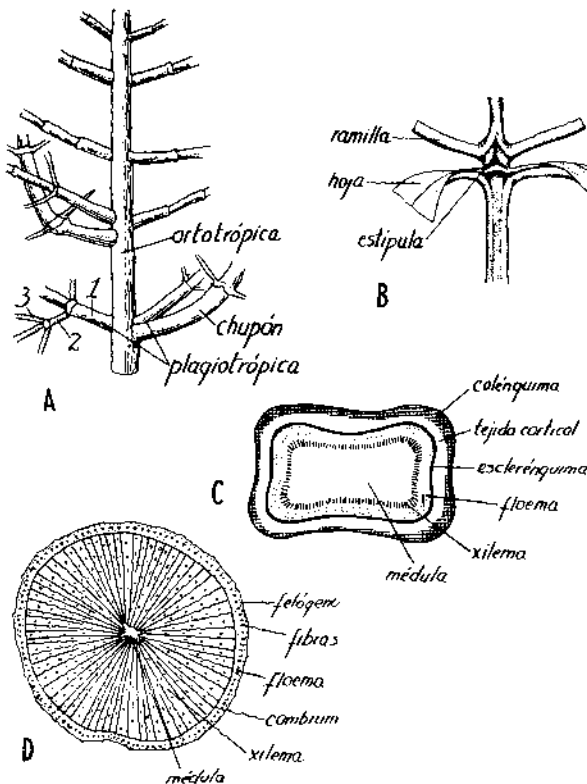


Fig. 18.1. *Coffea arabica*, café. A, armazón de la planta. B, axila foliar y ramilla lateral. C, corte del tallo nuevo. D, corte del tallo viejo.

Sistema radical

Como en el tronco en el sistema radical hay un eje central, una raíz pivotante, cónica, que alcanza una profundidad máxima de 50 a 60 cm. En las operaciones de cultivo, semillero y trasplante, es muy corriente que se corte el extremo de esta raíz principal. De ella salen 2 tipos de raíces de primer orden, unas profundas, de sostén o axiales, y otras que se extienden horizontalmente o laterales. De estas últimas brotan las raicillas alimentadoras que se encuentran en más del 80 por ciento en los 3 dm. superiores del suelo, en un radio a partir del tronco que en la planta adulta fluctúa entre 2 a 2,5 m. Con frecuencia no se distinguen las raíces axiales de las laterales, y las primeras también pueden tener numerosas raicillas alimentadoras a mucha profundidad. En una raíz vieja el mayor volumen lo ocupa la madera (xilema secundario); la corteza incluye además del floema secundario, formado de tubos cribosos y células anexas, las fibras del periciclo que aparecen en cordones aislados y le dan solidez. Hay también en la parte externa, una capa generatriz, que forma continuamente los nuevos tejidos que reemplazan a los externos que se van desprendiendo.

Tallo

El color y forma del tallo cambian conforme a su desarrollo. En una planta adulta la parte inferior es más o menos cilíndrica (Fig. 18.1D), de superficie grisácea y áspera, mientras que hacia el ápice el tallo es cuadrangular y verde, con las esquinas redondeadas y salientes.

En la parte nueva del tallo constituida por tejidos primarios, aparecen en corte transversal primero la epidermis, seguida de una o varias capas de colénquima, que constituyen el soporte de esta parte del tallo (Fig. 18.1 C). Debajo están los tejidos corticales formados de parénquima cargado de cloroplastos, que dan el color verde al vástago joven. El cilindro cen-

tral incluye el periciclo y cordones aislados de floema y xilema, estos últimos se unen más abajo formando un anillo.

Cuando se desarrolla el cambio vascular se forman hacia adentro xilema secundario o madera, que es compacta y pesada, a veces con un espacio vacío o médula al centro, y hacia afuera la corteza, compuesta principalmente de floema secundario, fibras de periciclo y restos de los tejidos corticales.

En la corteza hay una capa activa o felógeno de la cual se derivan los tejidos nuevos que reemplazan a las capas superficiales, secas y grisáceas, que cubren el tronco y que se desprenden continuamente.

Ramas laterales

El tallo vertical forma yemas laterales de las que brotan las hojas. De la axila superior de éstas salen otras yemas que se desarrollan en ramas plagiotrópicas o laterales, llamadas primarias o de primer orden. De ellas brotan ramas secundarias o de segundo orden, de las que a su vez pueden salir ramillas terciarias o de tercer orden.

No existen diferencias anatómicas reconocibles en la estructura de las ramas verticales y las plagiotrópicas. Las ramas laterales tienen un punto apical de crecimiento, que va formando nuevas hojas y entrenudos. El número de éstos puede ser alto en un año, lo que significa que al siguiente habrá en las axilas formadas muchas flores y frutos. En ese año el número de nuevas axilas será bajo, pues las reservas de la planta se consumen en la florescencia y desarrollo de frutos. Estas diferencias de crecimiento ocurren simultáneamente en todas las ramas de una planta. Un fenómeno semejante se presenta también en toda la plantación: un año de buena cosecha está determinado por un alto porcentaje de plantas con muchas axilas cargadas de frutos y poco crecimiento vegetativo, mientras que un porcentaje bajo de plantas ese mismo año tiene poca

cosecha y formación activa de nuevas axilas florales. El año siguiente será de baja cosecha, que será dada en su mayor parte por las plantas que el año anterior habían tenido una buena formación de axilas y poca cosecha; esta alternación en rendimiento se llama producción bienal.

En ningún caso una axila floral vuelve a dar más de una floración. En las ramas laterales viejas, las axilas inferiores, que han sido las primeras en dar flores, no dan más cosecha, pero con frecuencia emiten ramillas de segundo orden, las cuales sí son floríferas. La cosecha se forma entonces en el crecimiento nuevo al final de las ramas de primer orden y en las ramillas de segundo y tercer orden.

Hojas

Las hojas aparecen en las ramas plagiotrópicas en un mismo plano y en posición opuesta, rodeadas por 2 estípulas agudas. Tienen el pecíolo plano arriba, convexo abajo. La lámina es delgada, fuerte y ondulada; mide de 12 a 24 cm. de largo por 5 a 12 cm. de ancho y su forma varía de elíptica a lanceolada. La cara superior es verde oscuro, brillante, con los nervios hundidos; la inferior verde claro, mate, con los nervios prominentes.

En la cara inferior de las hojas, en el ángulo formado por el nervio central y los laterales, aparecen pequeños agujeros de forma irregular, que se abren a cámaras diminutas. Son las llamadas domacias, que se observan en la cara superior como protuberancias pequeñas y redondas en la inserción de los nervios laterales. Las domacias tienen por lo común pelos finos y forman un repliegue interno de la epidermis. No se conoce su función; con frecuencia viven en ellas ácaros muy pequeños.

Inflorescencias

En las axilas (Fig. 18.2 A) de las ramas plagiotrópicas aparecen de 1 a 3 ejes

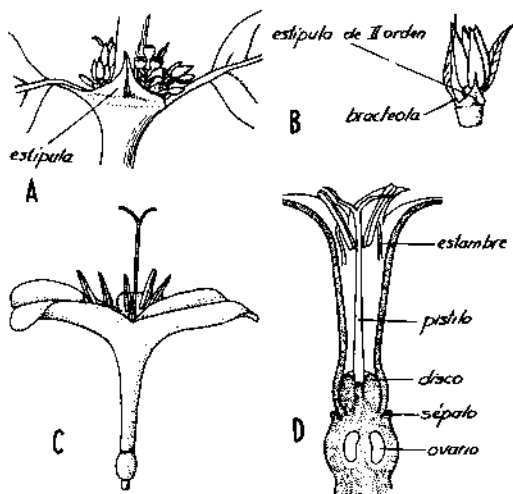


Fig. 18.2. *Coffea arabica*, café. A, axila floral. B, cima con bracteolas y estípulas. C, flor. D, corte longitudinal de la flor.

florales que se dividen en 2 a 6 ramificaciones cortas, de 2 a 4 mm. de largo, que terminan cada una en una flor (Fig. 18.2 B). El total de flores por axila varía de 2 a 12. Las ramificaciones tienen brácteas y bracteolas que forman anillos muy finos alrededor de los pedúnculos florales.

En la flor individual hay en la base un receptáculo poco desarrollado que se prolonga en el cáliz (Fig. 18.2 C). Este último mide apenas de 1 a 2 mm. de largo; es de color verde y termina en 5 dientes anchos de forma irregular. La corola es un tubo largo, cilíndrico en la base, que se abre arriba en 5 pétalos. Mide de 6 a 12 mm. de largo; fresca es de un color blanco puro. Los 5 estambres están insertos en el tubo de la corola, alternando con los pétalos; los filamentos son finos y sostienen anteras largas que se abren longitudinalmente para soltar el polen (Fig. 18.2 D). El gineceo está constituido por el ovario súpero, con 2 celdas de un óvulo cada una; el estilo es fino y largo, y termina en 2 ramas estigmáticas.

Biología floral

Los flores normales de café se abren en las primeras horas de la mañana y per-

manecen abiertas todo ese día; al segundo día se inicia el marchitamiento y después del tercero se desprende la corola junto con los estambres. Es normal que al abrirse las flores las anteras ya hayan soltado gran cantidad de polen, y que la autopolinización ocurra en la gran mayoría de los casos. El porcentaje de polinización cruzada no sube del 6 por ciento y se debe primero al viento y en segundo lugar a los insectos.

Fruto

El fruto de los cultivares comerciales de café es una drupa elipsoidal, ligeramente aplanada, con 3 ejes principales: 1 longitudinal mucho más largo y 2 transversales de diferente dimensión (Fig. 18.3 A). Esto último se debe a que la drupa contiene 2 semillas planoconvexas, separadas por el tabique interno del ovario. La anchura del fruto medida por el lado convexo de las semillas, es un poco mayor que el grosor, medido en la dirección del tabique que las separa. En el ápice del fruto maduro hay un disco que representa la inserción de la corola y el estilo. El fruto es verde al principio y cambia después a amarillo y por último a rojo uniforme.

El pericarpo (Fig. 18.3 B) comprende 3 secciones de diferentes características; las 2 más externas, epicarpo o mesocarpo, se llaman por lo común pulpa; la interna o endocarpo, es el pergamino. Al madurar se separa el pergamino y cubre las semillas. El epicarpo está constituido por una sola capa de células de paredes finas, en la cual hay numerosos estomas. El mesocarpo se compone de parénquima rico en azúcares, taninos y sustancias colorantes; hacia la parte externa las células son pequeñas e isodiamétricas, hacia el centro más grandes y con frecuencia aplanadas, y por último donde entra en contacto con el endocarpo, hay 1 ó 2 capas de células grandes, rectangulares, con el eje mayor en sentido radial. Estas últimas en la madurez se rellenan de mucilago y se desintegran, separando así el mesocarpo del endocarpo, o sea, la pulpa del pergamino. El mesocarpo está atravesado por haces vasculares de diversos tamaños.

El endocarpo o pergamino es una capa dura, formada por varios estratos de células de paredes gruesas (esclereidas) (Fig. 18.3 C). Estas fibras son muy alargadas y están colocadas en diversos sentidos. Son amarillentas y dan al pergamino la característica coriácea de que se deriva su nombre.

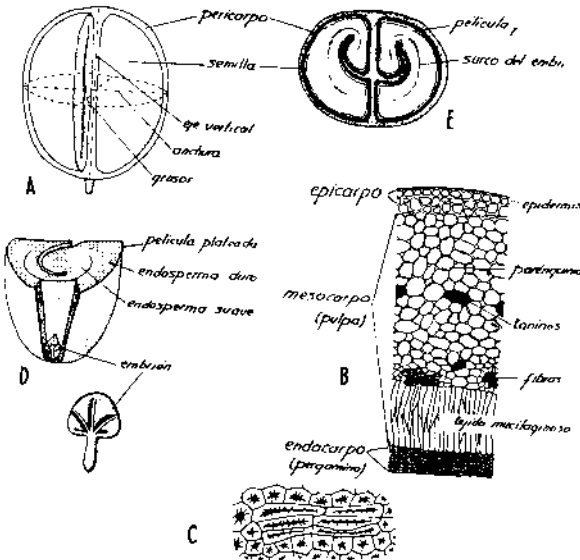


Fig. 18.3. *Coffea arabica*, café. A, fruto. B, corte transversal del pericarpo. C, estructura del pergamino. D, semilla. E, disposición de las semillas en el fruto.

Semilla

En la semilla de café el lado externo es convexo y liso y el interno plano, con un surco longitudinal. Mide en los tipos comerciales de 9 a 18 mm. de largo por 6 a 10 mm. de ancho y 4 a 8 mm. de grosor (Fig. 18.2 D, E).

La semilla está cubierta por el espermoderma, llamado película plateada, que se forma de varias capas de células fibrosas, translúcidas, de paredes finas. Esta película es removida al pulir el café para el comercio y sólo quedan restos de ella en el surco del lado interno.

La semilla está constituida en su mayor parte por endosperma; el embrión que se halla en la parte basal, es de tamaño reducido. El endosperma es coriáceo, verdoso o amarillento, y forma un repliegue complicado que se inicia en el surco de la cara plana. En él se distinguen una capa externa, más oscura y densa, llamada endosperma duro, y otra central más clara, el endosperma suave.

En corte transversal el primero presenta una capa exterior de células pentagonales, seguida por varios estratos de células más grandes, prismáticas, con las paredes engrosadas en forma irregular. En el parénquima suave las células son de mayor tamaño y de paredes más delgadas, y se desintegran dejando lagunas o espacios vacíos. Las células del endosperma contienen almidón, aceites, azúcares, alcaloides como cafeína, y otras sustancias. Al tostarse la semilla ocurren cambios profundos en la estructura de estas células; el más importante es la formación de cuerpos aromáticos, que se liberan cuando se muele el café tostado al quebrarse las paredes de las células, y da al producto comercial sus características de aroma y sabor.

El embrión queda en la parte inferior de la semilla y en el lado convexo aparece como una mancha más clara. Consiste de 1 hipocótilo cilíndrico y 2 cotiledones superpuestos, y mide de 2 a 5 mm. de largo. Al germinar brota primero la radícula que se curva luego hacia tierra y

emite varios grupos de raicillas laterales. El hipocótilo crece y levanta los cotiledones, envueltos en el pergamino, la película plateada y los restos del endosperma duro que por último se desintegran. Al desaparecer las coberturas, los cotiledones verdes se extienden horizontalmente y entre ellos se desarrolla la plúmula, que formará el resto del tallo y follaje.

Variabilidad

En *C. arabica* las mutaciones constituyen la principal fuente de variación. Se conocen unas 30 de ellas, la mayor parte de poco o ningún valor económico. Determinan tanto caracteres individuales, como la que da el color amarillo del fruto, o son de expresión pleiotrópica afectando distintas partes de la planta, como en 'Maragogipe', que se distingue de la variedad original por sus frutos muy grandes, hojas lanceoladas y pendientes, y cosecha escasa. Otras se caracterizan por el porte pequeño; estas mutaciones braquíticas tienen cierta importancia económica por su producción tempranera y abundante, como 'Caturra', 'San Bernardo', 'Villalobos' y otros.

Un carácter originado por mutaciones al que se ha prestado especial atención es la coloración de las hojas nuevas. Estas pueden ser bronceadas, como en el grupo de cultivares llamado 'Typica', o verdes como en 'Bourbon'; estos últimos son por lo general de mayor productividad.

La hibridación juega un papel secundario en la variabilidad de esta especie. Sin embargo, el cultivar de más alto rendimiento es un híbrido natural, 'Mundo Novo', originado del cruce entre un tipo parental de hojas nuevas bronceadas y otro de hojas nuevas verdes.

Muchas de las mutaciones conocidas en *C. arabica* han aparecido independientemente en las diferentes regiones en que esta especie ha sido introducida. En otros casos, como el ya citado de 'Maragogipe', sólo se conocen de una localidad.

En las regiones en que el café crece

silvestre, en las tierras altas de Etiopía y Sudán, existe una variabilidad muy amplia. Algunos de los tipos de esa región presentan una resistencia notable a la ro-

ya, *Hemileia vastatrix*, que constituye el factor limitante de la producción en África y Asia, y que aún no se conoce en América.

CAFE ROBUSTA, *Coffea canephora*

El café Robusta se cultiva en los trópicos del Viejo Mundo (Fig. 18.4) en las tierras bajas de menos de 500 m. de altura. Es un café de calidad inferior, cuya producción en las últimas décadas ha aumentado notoriamente por el gran consumo que tiene en la preparación de mezclas solubles. En América Latina se cultiva en varios países en huertos familiares y existe una gran plantación en Ecuador.

Origen y dispersión

El café Robusta crece silvestre en las selvas africanas desde el nivel del mar hasta los 1.000 m., particularmente en el área húmeda de Guinea y Congo. Aunque ha sido mantenido en estado de semicultivo en África por varios siglos, fue hasta fines del siglo anterior que se inició formalmente su domesticación. Eso ocurrió cuando los cafetales de arábico en Oriente (Ceilán, India y Java) fueron eliminados por la roya de la hoja, *Hemileia vastatrix*. Se recurrió a reemplazarlos con otros tipos de café resistentes y el Robusta fue el que tuvo mayor aceptación. Se sometió a trabajos intensos de mejoramiento genético y su cultivo en Oriente y África alcanzó en pocos años gran importancia comercial.

Morfología general

La planta de Robusta es más alta y ramificada que la de *C. arabica*. Hay en ella un eje vertical u ortotrópico, del que salen ramas laterales o plagiotrópicas, más largas y pendientes que en el arábico. Es frecuente en Robusta que una rama lateral crezca por varios años y agote su etapa productiva sin formar ramillas de segundo

orden. Hay también en esta especie una tendencia marcada a producir varios ejes basales ortotrópicos, formando así un verdadero arbusto. Como en *C. arabica* se pueden desarrollar en las ramas superiores numerosos ejes verticales o chupones. Las diferencias en porte y ramificación indican que los sistemas de poda deben ser diferentes en estas especies.

No hay diferencias anatómicas de importancia entre *C. canephora* y *C. arabica* en la estructura del tallo.

Las hojas elípticas, con el ápice agudo, miden de 12 a 25 cm. de largo y 5 a 12 cm. de ancho; la nervadura y domacias son semejantes a las del café arábico. En la estructura interna no hay tampoco diferencias apreciables.

Flores y biología floral

El número de inflorescencias por axila es mayor en Robusta que en *C. arabica* y las flores son también más grandes. El

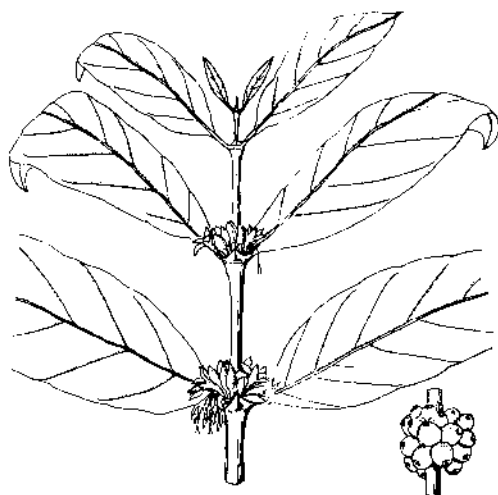


Fig. 18.4. *Coffea canephora*, café Robusta.

cáliz es hemisférico, verde, con dientes muy finos, y mide de 1 a 2 mm. de largo. La corola tubular en la base se abre arriba en 5 ó más pétalos, de 10 a 15 mm. de largo cada uno. Hay 5 estambres opuestos a los pétalos; el estilo largo termina en un estigma bifido.

En *C. canephora* es normal la fertilización cruzada. Esto se debe a que el polen de una flor que cae al estigma de la misma no desarrolla el tubo polínico y por lo tanto no ocurre fertilización. En cambio es posible que polen de otra planta pueda crecer bien y logre fecundar los óvulos. Entre plantas existen diferentes grados de compatibilidad; este factor es importante cuando se establecen siembras con material propagado vegetativamente, pues debe asegurarse para ese propósito que los clones sean entre ellos altamente compatibles.

Frutos

Los frutos de *C. canephora* son drupas elipsoidales o subglobosas, de 8 a 16 mm. de largo y 7 a 12 mm. de ancho. El disco en el ápice es pequeño y prominente. En la madurez el color rojo aparece al principio en franjas en la parte superior y luego se extiende uniformemente. Los frutos de esta especie permanecen adheridos a las ramas hasta que se secan, mientras que en *C. arabica* se desprenden en la madurez.

La estructura del fruto es semejante a la del café arábico, aunque el pericarpo es más delgado y menos succulento. Debajo de la epidermis está el mesocarpo o pulpa, formado de parénquima con muchas capas de células isodiamétricas en la parte externa; en la interna, inmediatas al endocarpo o pergamino, hay de 1 a 3 capas de células en empalizada, muy alargadas en sentido radial, que al llegar a la madurez se disuelven separando el mesocarpo del endocarpo o pergamino. Sin embargo en Robusta la pulpa se adhiere más al pergamino que en *C. arabica*. La estructura del endocarpo o pergamino es

similar a la especie anterior; se compone de varias capas de esclereidas alargadas y dispuestas en diferentes sentidos.

Semilla

Las semillas plano convexas miden de 7 a 15 mm. de largo. La cobertura o episperma es la película plateada compuesta de esclereidas. La estructura y color del endosperma son muy semejantes a los de la semilla de *C. arabica*. En cambio difieren radicalmente en cuanto a su aroma, que es menor; en el contenido de cafeína que es más alto en Robusta y en otras características de calidad.

Variabilidad

Coffea canephora ocupa una gran área geográfica, lo que ha permitido que dentro de ella se formen razas muy diferentes. La barrera de cruzamiento entre estas razas es muy baja y por lo tanto hay muchas poblaciones híbridas, que con frecuencia se designan con el nombre colectivo de cafés caneforoides. También se conocen mutaciones que afectan caracteres individuales, semejantes a las descritas en *C. arabica*: tipos con hojas angostas; de follaje bronceado oscuro; con hojas nuevas verdes o bronceadas, y otros.

Cuando se inició en grande el cultivo de Robusta se llevaron semillas de tipos superiores de Africa a Java y otros países. Como las poblaciones obtenidas de ellas diferían morfológicamente, se les asignó a algunas la categoría de especies o variedades; una vez sembradas juntas se han cruzado entre ellas y las progenies resultantes son muy heterogéneas.

Entre las poblaciones de importancia comercial así obtenidas se hallan el 'Robusta' original; 'Quillou', de alto rendimiento; 'Uganda' de hojas más angostas y brillantes. Los trabajos de selección en Robusta se basan en que esta especie es altamente autoincompatible y en la amplia variabilidad de sus poblaciones. Den-

tro de éstas se marcan árboles superiores que luego se propagan vegetativamente y se hibridizan. La primera generación se evalúa por rendimiento, calidad y otros factores y los individuos excepcionales dentro de ella se propagan de nuevo vegetativamente, se hibridizan y prueban. Este proceso puede repetirse hasta alcanzar tipos muy superiores al material original. Como se indicó anteriormente los clones

o líneas seleccionadas deben evaluarse en cuanto a compatibilidad entre ellas. Para las siembras comerciales se escogen tipos que sean compatibles y de alta producción.

C. canephora es diploide y sus cruces con *C. arabica* dan híbridos estériles. Entre *C. canephora* y otra especie diploide, *C. congensis*, se han obtenido híbridos de buena producción llamados 'Conugas'.

CAFE DE LIBERIA, *Coffea liberica*

El café de Liberia (Fig. 18.5) es de poca importancia comercial. En América sólo hay plantaciones de alguna extensión en Surinam. Por su baja calidad y rendimiento es un cultivo que está desapareciendo.

Origen y dispersión

C. liberica se extiende por las regiones húmedas y semiáridas, desde Guinea hasta el Congo. Fue introducido al cultivo hacia 1875, cuando se plantó en Oriente en reemplazo del *C. arabica* que estaba siendo eliminado por la *Hemileia*. Sin embargo, su producción era muy irregular y la resistencia baja; fue reemplazada unos 25 años después por *C. canephora*.

Morfología general

Arboles que llegan a medir hasta 20 m. de altura con un solo tronco central, del cual salen ramas plagiotrópicas que no se ramifican y llegan a medir hasta 3 m. de largo, con hojas en pares, opuestas, en posición decusada. Las hojas son grandes, ovales a obovadas, de 15 a 35 cm. de largo y 5 a 15 cm. de ancho, coriáceas, de color verde oscuro.

Las inflorescencias son cimosas, de 2 a 5 en cada axila, con 3 a 6 flores por cima. El cáliz es hemisférico, de borde truncado. La corola es blanca o rosada, con 5 a 8 pétalos; el tubo mide de 0,5 a 2 cm. de largo y los pétalos 1 a 2 cm.

de longitud. Hay 5 estambres y el estilo mide de 1 a 2,5 cm. de largo.

El fruto es obovoide o elipsoide, de 1 a 2,5 cm. de largo y 1 a 2 cm. de ancho, de color rojo vino. El disco es comúnmente muy ancho, hasta de 1 cm. de diámetro. El mesocarpo es grueso y carnoso y se adhiere fuertemente al endocarpo o pergamino, que es muy corrugado. Los frutos secos permanecen adheridos al árbol.

Las semillas planoconvexas miden de 10 a 25 mm. de largo. Su estructura general es similar a las de las especies anteriores.

Coffea liberica es una especie diploide, de fertilización cruzada. Ocupa en su ambiente natural desde bosques húmedos hasta el borde de las sabanas. En esa área se han diferenciado varias razas, que se han introducido al cultivo, como 'Excelsa', 'Dewevrei', 'Abeokutae' y otras. Se cono-

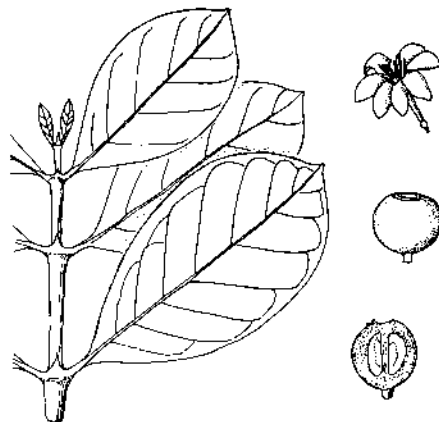


Fig. 18.5. *Coffea liberica*, café de Liberia.

cen híbridos naturales entre *C. liberica* y *C. arabica*, que han llegado a tener cierta

importancia comercial, como los llamados 'Kalimas' y 'Kawisari'.

IPECACUANA, RAICILLA, POAIA, *Cephaelis ipecacuanha*, *C. acuminata*

La ipecacuana del comercio se obtiene de dos especies de *Cephaelis*: *C. ipecacuanha*, originaria de Brasil y *C. acuminata*, del Norte de Sur América, América Central y México. Esta última produce la llamada ipecacuana de Cartagena, aunque su mayor volumen se exporta de Costa Rica y Nicaragua.

Ambas especies crecen en los bosques tropicales húmedos y sombríos, a menos de 600 m. de altura. En el piso del bosque forman colonias a veces muy numerosas, de macollas grandes hasta de 1 m. de diámetro. De estas plantas silvestres procede el mayor volumen del producto comercial. Se han hecho plantaciones tanto en América como en Oriente, bajo la sombra natural del bosque o supliendo sombrío artificial, la mayoría de ellas sin mayor éxito. El consumo de ipecacuana como fuente de emetina, droga que se usa para combatir la disentería amibiana en especial, tiende a crecer y por lo tanto se hacen esfuerzos para cultivarla y no depender de la explotación de plantas silvestres.

Las ipecacuanas son hierbas bajas, de 10 a 30 cm. de alto, con una parte aérea formada por varios vástagos erectos, divididos en nudos marcados por estípulas largas y agudas (Fig. 18.6 A). De los nudos salen 2 hojas opuestas, de peciolo corto y lámina delgada y dura; son de forma lanceolada o elíptica, verde oscuro brillante en la cara superior, más claro en la inferior. La inflorescencia es unseudocapítulo hemisférico, de 1 a 2 cm. de diámetro, sostenido por brácteas verdes. Las flores individuales salen de una base común: el cáliz verdoso es muy pequeño, y la corola, blanca o rosada, es tubular en la base y se abre arriba en 5 pétalos. La longitud de la flor no pasa de 10 mm. En *C. ipecacuanha* hay varios tipos de flores según la posición de los estambres (Fig. 18.6B-D). En algunos salen al final del tubo, alternando con los pétalos y el pistilo, el cual no sobresale de la corola; en otros, los estambres están insertos a la mitad del tubo y el estilo es mucho más largo que la corola.

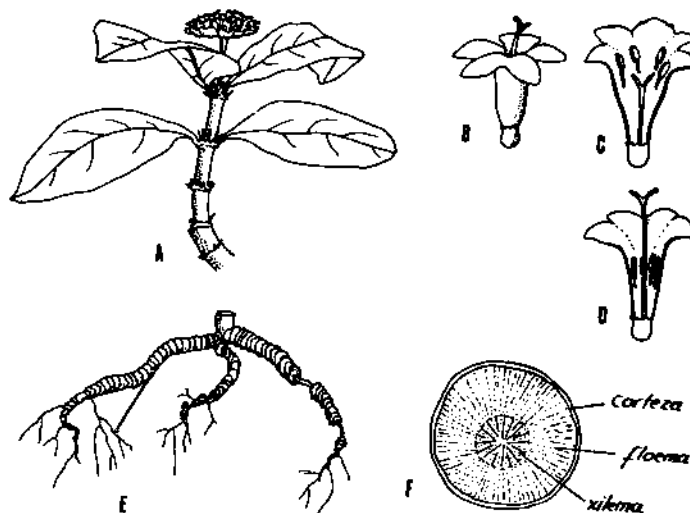


Fig. 18.6. *Cephaelis ipecacuanha*. A, porte. B-D, flores. E, raíz. F, corte transversal de la raíz.

Las raíces engrosadas de las dos especies de *Cephaelis* dan la ipecacuana del comercio (Fig. 18.6 E). Miden hasta 20 cm. de largo y su diámetro en *C. ipecacuanha* es de 4 a 6 mm., en *C. acuminata* hasta de 8 mm. Las raíces son cilíndricas, retorcidas, marcadamente anilladas, blancas cuando jóvenes, de color marrón claro en la madurez. Despiden un olor irritante y muy desagradable. Las raíces gruesas se ramifican y emiten también raicillas muy finas. Capas corchosas reemplazan la epidermis en las raíces desarrolladas. Los tejidos corticales se forman principalmente de parénquima, que contiene almidón, cristales de oxalato de calcio y los alcaloides característicos (Fig. 18.6F). Estos varían

de 2 a 5 por ciento del peso seco, y son más abundantes en *C. ipecacuanha*. La parte central de la raíz la forma un cordón de xilema, duro y flexible. Es común que los trozos de las raíces viejas se separen y queden sueltos a lo largo de ese cordón central.

Las primeras raíces comerciales se obtienen a los 3 años de la siembra. La propagación se hace principalmente por medios vegetativos, utilizando trozos de raíz. Puede hacerse también por semilla, pero es mucho más lenta. La amplia variación en contenido de alcaloides en las diferentes cepas, hace aún más necesaria la propagación clonal.

QUINAS, *Cinchona* spp.

El cultivo de las quinas era hasta hace algunas décadas, de importancia comercial en las tierras altas de los trópicos. Después de la Segunda Guerra Mundial el consumo de quinina bajó considerablemente debido a su reemplazo por productos sintéticos y a la eliminación de la malaria en muchas regiones tropicales. En los últimos años el consumo ha vuelto a levantarse, aunque en mucho menor escala, por su uso contra ciertos tipos de paludismo y la aplicación de sus alcaloides a otros fines medicinales.

Aunque las quinas son de origen americano su selección y cultivo se hicieron en Oriente, especialmente en Java. Algunas de esas selecciones fueron reintroducidas a los trópicos americanos durante la Segunda Guerra Mundial, pero las plantaciones establecidas en esa época fueron abandonadas en su mayor parte. La producción actual viene de las antiguas plantaciones en Oriente o de árboles silvestres en América.

El descubrimiento de las propiedades antimaláricas de la corteza de las quinas es quizás el aporte más importante de la farmacopea indígena de América. Ese descubrimiento ocurrió posiblemente en el sur de Ecuador, donde lo aprendieron los españoles en el siglo XVI, y de dónde se

extendió rápidamente por el Nuevo Mundo. Linneo dio el nombre genérico de *Cinchona* a los quinas, en honor de la Condesa de Chinchón, virreina del Perú, quien se supuso que se había curado de fiebres con corteza de quina, hecho que se ha demostrado después que no ocurrió nunca. El uso de la quina tuvo mucho éxito en Europa, en la curación de fiebres maláricas en el Mediterráneo, poco después de su introducción de América. La producción industrial del principal alcaloide, la quinina, se inició en el siglo XIX, y fue uno de los factores que más favorecieron la colonización de los trópicos.

Las quinas (Fig. 18.7) son nativas de los Andes, desde Bolivia hasta Costa Rica, donde crecen arriba de los 1.000 m. de altura. Son árboles o arbustos de hojas opuestas, lisas o con poca pubescencia (Fig. 18.7 A). Las inflorescencias aparecen en las ramillas terminales constituidas por varios racimos de cimas. Las flores de 2 a 3 cm. de largo, tienen el cáliz corto, dividido en 5 dientes. La corola, blanca, rosada o roja, es tubular en la base y se abre arriba en 5 pétalos de bordes pubescentes (Fig. 18.7 B). Los cinco estambres están insertos en el tubo de la corola, alternando con los pétalos. El estilo puede ser más corto o más largo que la coro-

la, y el mismo tipo de heterostilia se presenta en todas las flores de un árbol. El ovario inferior tiene 2 celdas. El fruto es una cápsula elipsoidal, de 8 a 14 mm. de largo por 3 a 5 mm. de ancho, con los restos del cáliz en el ápice. Se abre de abajo hacia arriba a lo largo de una sutura longitudinal. Las semillas, unas 25 por fruto, son pequeñas, de 4 a 10 mm. de largo por 1 a 3 mm. de ancho, planas con el embrión rodeado por un ala membranosa (Fig. 18.7 C).

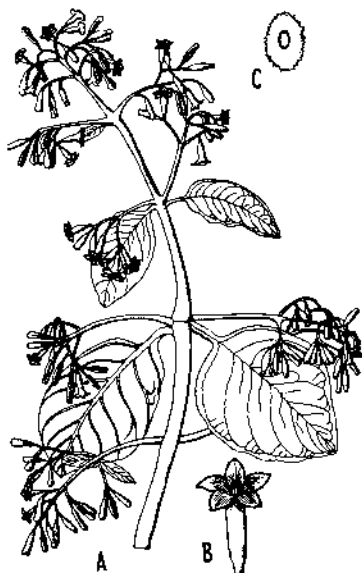


Fig. 18.7. *Cinchona* sp. quina. A, rama florífera. B, flor. C, semilla.

En el área de origen se conocen unas 30 especies de *Cinchona*. De ellas dos son

las más importantes económicamente: *Cinchona succirubra* y *C. ledgeriana*. La primera, la quina roja del comercio, es un árbol alto de flores rosadas y cáscara oscura. Es la más resistente de las *Cinchonas*, tiene un alto contenido de alcaloides pero es de menor porcentaje de quinina que la segunda.

Ha habido mucha discusión sobre la naturaleza de *C. ledgeriana*. Ha sido considerada por algunos como una variedad de *C. calisaya*; por otros como un híbrido interespecífico. La semilla original fue recogida en Bolivia y sembrada en Java. En esta introducción como en todas las poblaciones de *C. ledgeriana* que se han sembrado después, se observó una gran variabilidad en las características de los árboles; algunos de ellos se asemejan a otras especies como *C. officinalis* y *C. succirubra*. El origen híbrido de *C. ledgeriana* puede entenderse mejor si se considera que las quinas son autoestériles. La heterostilia es uno de los factores que determinan ese carácter.

En la población de *C. ledgeriana* introducida en Java, se seleccionaron los árboles de mayor contenido en quinina, se multiplicaron por injerto, y se obtuvo de ellos descendencia por semilla. Dentro de estas nuevas poblaciones se seleccionó aún más, y se fijaron clones de rendimiento muy superior a las plantas originales. Los criterios seguidos para la selección fueron la producción de quinina por árbol y la capacidad de respuesta de los clones al abonamiento químico.

FRUTALES

El escaso desarrollo del mesocarpo y la presencia de semillas grandes o numero-

sas, impiden que las Rubiáceas tengan valor como frutales.

JAGUA O GENIPA, *Genipa americana*

Especie de amplia distribución geográfica en América tropical. Es un árbol alto, de follaje espaciado, con las hojas concentradas al final de las ramillas. Las hojas grandes, brillantes en el lado superior,

obovadooblongas, miden de 10 a 25 cm. de largo. Las flores son amarillas o blancas, con el tubo de la corola largo y los pétalos en forma de estrella. Los frutos ovoides, de 8 a 10 cm. de longitud y de 4 a 6 cm.

de diámetro, grises o marrón, contienen una pulpa blancuzca que rodea numerosas semillas. Las frutas se recogen y se

dejan madurar por varios días antes de comerse; son ricas en hierro y riboflavina.

VOAVANGA, *Vangueria edulis*

Originaria de Africa e introducida recientemente a varios países americanos, es un arbusto muy ramificado, de hojas ovales y flores pequeñas y verdosas. Sus

frutos esféricos y con rebordes longitudinales irregulares, de 2 a 3 cm. de diámetro, tienen pulpa subácida con sabor a manzana y 4 a 5 semillas pequeñas.

REFERENCIAS

- ADDOR, A. A. Considerações acerca de poaia. Rio de Janeiro, Ministerio de Agricultura. SAI 545. 1947. 28 p.
- BIBLIOGRAFIA DE café 1961. Lisboa, Missao de Estudos Agronómicos do Ultramar, 1963. 390 p. (Comunicação no. 36).
- CAMINHA, A. A. Ipecacuanha. Brasil. Ministerio de Agricultura. Boletim 32 (10):33-52. 1943.
- CIDADE, HELIA T. y PEREIRA, N. N. Bibliografía de café 1962. Lisboa, Missao de Estudos Agronómicos do Ultramar, 1964. 499 p. (Comunicação no. 42).
- _____ y PEREIRA, N. N. Bibliografía de café 1963. Lisboa, Missao de Estudos Agronómicos do Ultramar, 1965. 267 p. (Comunicação no. 48).
- _____ y PEREIRA, N. N. Bibliografía de café 1964. Lisboa, Missao de Estudos Agronómicos do Ultramar, 1965. 160 p. (Comunicação no. 53).
- COSTE, R. Cafetos y cafés en el mundo. París, Maisonneuve et Larose, 1955-1961. 3 v.
- CHEVALIER, A. Les caféiers du globe, París, Lechavalier, 1929-1947. 3 v.
- DEDECCA, D. M. Anatomia e desenvolvimento ontogenético de *Coffea arabica* L. var. *typica* Gramer. *Bragantia* 16:315-366. 1957.
- HEUSDEN, W. C. VAN. Een bloemlezniquit de kinaliteratuur van 1854-1954. (Lista de publicaciones sobre el cultivo de la quina 1854-1954). *Bergcultures* 24:48-49, 51-52. 1955.
- KRUG, C. A. y CARVALHO, A. The genetics of *Coffea*. *Advances in Genetics* 4:127-158. 1951.
- MARTINEZ, ANGELINA Y JAMES, C. NOEL., comps. Café; bibliografía de las publicaciones que se encuentran en la Biblioteca del Instituto. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1960. 637 p. (IICA. Lista Bibliográfica no. 1).
- MONTOYA, GHISLAINE P. DE, comp. Café; bibliografía de las publicaciones que se encuentran en la Biblioteca del Instituto. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1963. 181 p. (IICA. Lista Bibliográfica no. 1 (rev.) Suplemento no. 1).
- SYBENGA, J. Genética y citología del café; una revisión de literatura. Turrialba (Costa Rica) 10:83-137. 1960.
- TAYLOR, N. Cinchona in Java. New York, Greenberg, 1945. 87 p.
- WELLMAN, F. L. Coffee: botany, cultivation and utilization. London, Leonard Hill, 1961. 488 p.

APOCINACEAS

Las Apocináceas son hierbas arbustos o árboles de hojas por lo común opuestas o decusadas, verticiladas o alternas; las flores tienen cáliz y corola generalmente con 5 partes soldadas, imbricadas en el botón floral, con tantos estambres como partes tiene la corola; hay dos ovarios superiores terminados en un solo estilo, que lleva un estigma grueso o clavícula. Las Apocináceas contienen látex en todas sus partes.

Esta familia incluye varias especies frutales originarias del Viejo Mundo, de importancia secundaria. En América se obtienen frutos de especies autóctonas, silvestres o en cultivo incipiente. Hay también numerosas Apocináceas que se explotan por el látex. Varias especies de *Rawolfia* contienen alcaloides de gran uso en medicina moderna; su cultivo se ha iniciado en los trópicos, aunque la mayor parte del producto aún viene de árboles silvestres en África.

KARANDA, *Carissa carandas*

De India, es un arbusto espinoso, de hojas pequeñas, elípticas u ovals, y flores blancas de corolas largas. Los frutos esféricos, de 2 a 3 cm. de diámetro, rojos o purpúreos, se comen crudos o se preparan en jaleas.

CEREZA DE NATAL, *Carissa grandiflora*

Originaria de África del Sur, arbusto de ramas espinosas y hojas ovales, gruesas y brillantes, de flores blancas y fragantes;

el cáliz es corto y verdoso, la corola tubular y larga, se abre arriba en 5 a 6 pétalos. Los frutos son ovoides o elipsoidales, de 2,5 a 3 cm. de largo; contienen debajo del pericarpo delgado una pulpa roja, lechosa, que envuelve varias semillas esféricas. La pulpa se usa en la preparación de jaleas (Fig. 19.1).

Carissa edulis

De África tropical, arbusto vigoroso, de hojas elípticas y brillantes, verde oscuro. Los frutos esféricos y rojos, de 1,5 a 2 cm. de diámetro, tienen usos semejantes a los de la especie anterior.

MANGABEIRA, *Hancornia speciosa*

Originaria de Brasil, se utiliza tanto por el látex como por los frutos; éstos son esféricos, de unos 5 cm. de diámetro, de cáscara delgada y pulpa agradable (Fig. 19.2).

MACOUBEA O PEQUIA, *Macoubea guianensis*

De Guayanas y Brasil, da un fruto grande, esférico o aplanado, de 10 a 15 cm. de diámetro, de pulpa dulce y agradable.

COUMA, *Couma utilis*

Esta y otros congéneres de la región amazónica, dan frutos comestibles de buena calidad. Las *Couma* son árboles altos, de 20 a 30 m., con hojas elípticas y verticiladas, de 8 a 12 cm. de largo por 6 a 8 cm. de ancho, duras y lustrosas. Las flores tienen el cáliz verdoso, de 5 sépalos cortos. La corola se forma de un tubo basal de 8 a 10 mm. de largo, que se divide en 5 pétalos de 6 a 8 mm. de longitud. Hay 5 estambres y el ovario esférico termina en un estilo cilíndrico.

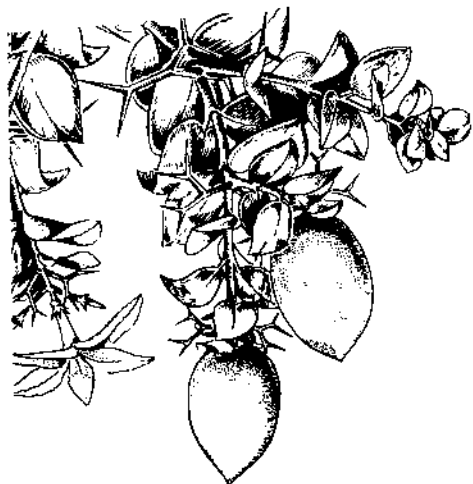
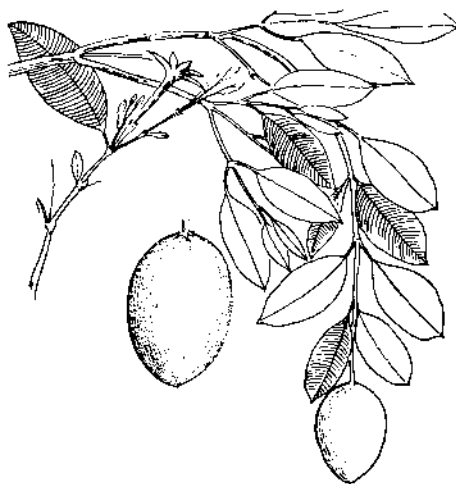
El fruto es una baya esférica, amarillo pálido en la madurez, de 5 a 8 cm. de diámetro. El epicarpo es delgado, el mesocarpo blanco, dulce, con numerosas semillas planas.

Los árboles silvestres se explotan tanto por los frutos como por las resinas, que se emplean en la fabricación de chicle y constituyen un artículo importante de exportación de la selva amazónica, con el nombre de leche caspi en Perú, sorva en Brasil, y juansoco en Colombia.

Rauwolfia

Las raíces de *Rauwolfia* tienen propiedades tranquilizantes que eran conocidas en India desde hace muchos siglos. En las últimas décadas la utilización de esos principios en medicina ha tomado gran impulso.

Las *Rauwolfia* se hallan en las regiones tropicales de Africa, Asia y América. *R. serpentina*, de India, fue la primera en utilizarse y ha sido objeto de algún cultivo. Luego se han aprovechado las especies silvestres africanas, en particular *R. vomitoria*, con las cuales también se han hecho pequeñas plantaciones. Las especies americanas son muy pobres en principios medicinales.

Fig. 19.1. *Carissa grandiflora*.Fig. 19.2. *Hancornia speciosa*.

Las *Rauwolfia* son arbustos o árboles de hojas verticiladas, de color verde oscuro, brillantes; las flores pequeñas tienen el cáliz diminuto y verde, y la corola blanca,

tubular en la base y abierta arriba en 4 ó 5 pétalos. Los frutos son bayas esféricas, rojas. Se propagan por semilla o estacas de tallo o raíz.

SAPOTACEAS

Las Sapotáceas son especies arbóreas tropicales que se utilizan por los frutos o por las resinas que se extraen del tronco. Tienen las hojas agrupadas en ramillas terminales de las que brotan también las flores, de cáliz con 4 a 5 sépalos verdosos y separados, corola en forma de tubo en la base, que se abre arriba por lo general en 5 pétalos. Los estambres colocados en 2 verticilos, de los cuales el externo está constituido por estaminodios. El gineceo se forma de un ovario con 4 ó más carpelos, cada uno con un óvulo, y de un estilo sencillo.

Los frutos son bayas de pulpa comestible. Todas las partes de la planta, aún los frutos, tienen abundantes canales de látex.

FRUTALES

Entre las Sapotáceas americanas se conocen unas 10 especies frutales de importancia en los géneros *Achras*, *Calocarpum*, *Chrysophyllum*, *Lucuma* y otros. La no-

menclatura científica de estas plantas es muy compleja y por eso al tratar una especie se indican los sinónimos más corrientes.

CHICOZAPOTE, *Achras zapota*, (*Manilkara sapotilla*)

Llamado chicozapote, chico, níspero, sapodilla, sapoti (Brasil) es originario de México y Centro América, donde se le explota como la principal fuente del chicle o goma de mascar. Como frutal se ha extendido por el resto de los trópicos americanos, Asia y Oceanía. Es la más común y apreciada de las frutas sapotáceas (Fig. 19.3 A).

El chicozapote es un árbol de 5 a 15 m. de alto, de tronco bajo y muy ramificado. En algunos cultivares forma una copa esférica muy ornamental; en la mayoría es irregular. En el ápice de las ramas principales están los brotes anuales, entre cuyas hojas aparecen las flores.

Las hojas alternas, enteras, ovadas a lanceoladas, de 5 a 15 cm. de largo por 3 a 7 cm. de ancho, son agudas en el ápice, gruesas, con el lado superior verde oscuro brillante y cubiertas cuando están jóvenes de una pubescencia suave que luego desaparece.

Las flores salen de las axilas de las hojas (Fig. 19.3 B). El pedicelo es cilíndrico, rugoso, de 1 a 2 cm. de largo. El cáliz se compone de 6 sépalos, en 2 grupos de 3, unidos apenas en la base. Los externos son gruesos, cubiertos de pubescencia ferrugínea; los internos alternan con los primeros y son delgados y verdosos. La corola blanca forma en la parte inferior un tubo cilíndrico que se abre arriba en 6 pétalos finos que sobresalen del cáliz. Hay una serie de 6 estaminodios, semejantes a pétalos y alternando con ellos 6 estambres fértiles. El ovario tiene de 2 a 12 carpelos y termina en un estilo corto con estigma redondo.

El fruto es una baya de forma variable, esférica o cónica, de superficie rugosa, café o rojiza; mide de 4 a 8 cm. de largo por 3 a 5 cm. de diámetro.

Los frutos de *Achras*, *Calocarpum* y *Lucuma* son de estructura similar (Fig. 19.3 C). Se componen de un exocarpo duro, ru-

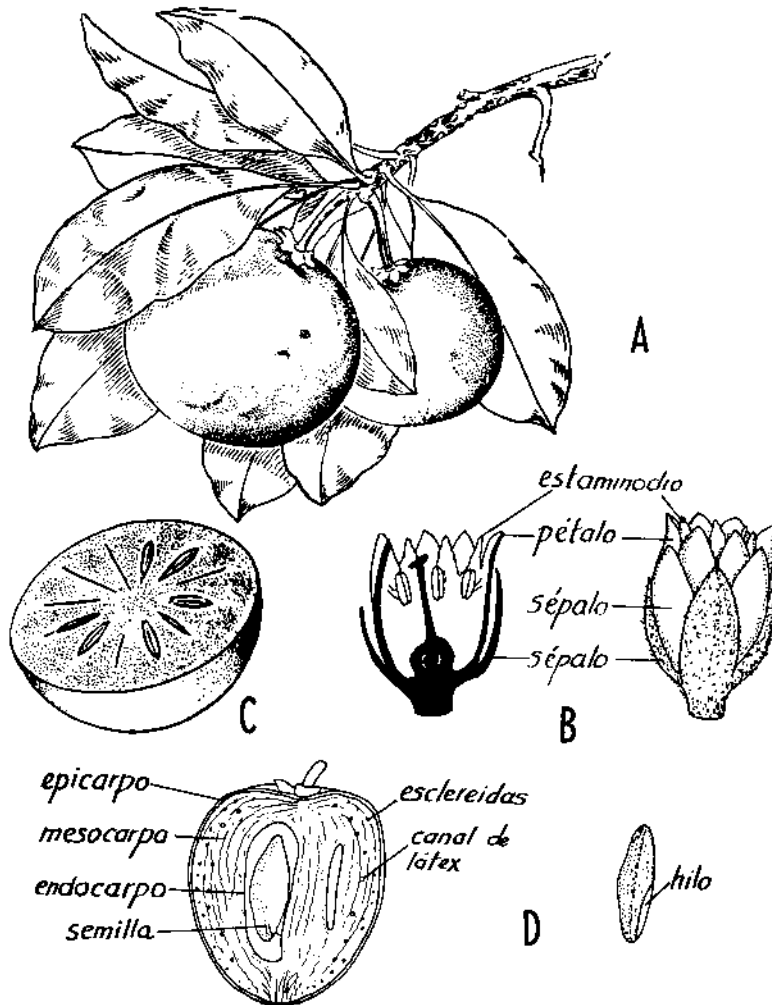


Fig. 19.3. *Achras zapota*, chicozapote, níspero. A, porte. B, flores. C, fruto. D, semilla.

goso, cubierto de lenticelas, pero frágil, lo que hace difícil el almacenamiento y transporte de los frutos. El mesocarpo es carnoso, rico en almidón y pigmentos colorantes, con células cargadas de aceites aromáticos. Tanto la cáscara como la sección externa del mesocarpo están recorridas por canales de látex, que en *Achras* están menos desarrollados que en *Calocarpum* y *Lucuma*. Para extraer parcialmente el látex de los frutos se hacen estrías longitudinales en el momento de recogerlos. En los tejidos externos del mesocarpo hay también grupos de esclereidas que dan

una textura arenosa al fruto. El color del mesocarpo en *Achras zapota* varía con el cultivar, desde amarillo claro a rojizo. El endocarpo es más pálido, seco y fibroso. El fruto contiene hasta 12 semillas planas, de 2 cm. de largo, de color marrón oscuro, brillantes, y con una franja más clara y opaca, que corresponde al hilo (Fig. 19.3 D).

Variabilidad

Los factores de variación en *Achras zapota* incluyen:

1. forma y tamaño del árbol, desde tipos bajos casi arbustivos y de ramificación abierta e irregular, hasta árboles de 20 m. de alto, con la copa compacta e irregular;

2. forma y tamaño del fruto, que puede ser esférico, elipsoidal, ovoide, oblado, (aplastado); frutos de dos cultivares seleccionados en Florida, 'Prolific' y 'Russell', miden de 6 a 9 cm. de largo, mientras que en la mayoría de los tipos centroamericanos son mucho más pequeños;

3. color de la pulpa, que varía desde rosado o amarillo pálido, como en los cultivares citados, hasta rojizo como en 'Apel leelin', de Java;

4. número de semillas, varía desde 12 a ninguna; este último caso se presenta en un cultivar de Cuba que se propaga clonalmente.

Es posible que esta variabilidad del chicozapote se deba a mutaciones. Es más reconocida en Florida, Java, India y Filipinas que en su área nativa, en la cual hay numerosos tipos todavía sin estudiar. La planta se propaga corrientemente por semilla, y las progenies son muy poco uniformes. La propagación vegetativa se hace por injertos sobre patrones de la misma especie o de otras Sapotáceas, por acodo aéreo y otras formas de propagación clonal.

ZAPOTE, *Calocarpum mammosum* (*Lucuma mammosa*)

Llamado también zapote mamey, es un árbol centroamericano que alcanza hasta 30 m. de alto, de copa esférica (Fig. 19.4). Crece de preferencia en las áreas tropicales desde el nivel del mar hasta más o menos 1.000 m. de altura. Las hojas del zapote son enteras, obovoides u oblanceoladas, de 15 a 30 cm. de largo, verde oscuro y brillantes en el lado superior, más claras o pardas en el inferior. En *Calocarpum* se forman ramillas anuales de cuyo ápice salen las hojas en grupos compactos; debajo de éstas, en las áreas defoliadas, aparecen las flores casi sésiles. El cáliz se forma de 8 a 10 sépalos y la



Fig. 19.4. *Calocarpum mammosum*, zapote.

corola de 5 pétalos que forman un tubo en la base. Hay 5 estaminodios y 5 estambres fértiles. El pistilo es cónico, piloso y termina en un estigma simple. En *Calocarpum* el ovario tiene de 4 a 5 carpelos, de los cuales sólo 1 se desarrolla.

El fruto es ovoide o elipsoidal, con el cáliz permanente en la base y restos del pistilo en el ápice. Mide de 8 a 20 cm. de largo por 6 a 15 cm. de ancho. La cáscara es dura, grisácea, irregular por las escamas de las lenticelas. El mesocarpo o pulpa, roja o amarilla, es dulce y de aroma característico; la presencia de látex la hace pegajosa, lo cual se evita en parte si al fruto recién cortado se le hacen incisiones longitudinales y se le almacena por varios días antes de consumirlo. Contiene más cuerpos arenosos o esclereidas que el chicozapote. Las fibras vasculares están también más desarrolladas. Por lo común sólo hay una semilla, fusiforme, llamada zapoyola en México y Centro América, que mide de 5 a 6 cm. de largo, de testa dura y brillante, de color marrón oscuro; en el lado dorsal el hilo forma un sector longitudinal más claro y opaco. La semilla propiamente dicha es un cuerpo duro, rosado, de aroma característico. Se utilizan molidas en México y Centro América para dar al chocolate un sabor amargo y aroma típico.

Calocarpum mammosum no se conoce en estado verdaderamente silvestre, pues los árboles que se hallan en los bosques se encuentran siempre en sitios que han sido habitados. Presenta una variabilidad amplia en México y Centro América, especialmente en la forma y tamaño del fruto.

INJERTO, *Calocarpum viride*

Esta especie llamada también zapote verde, crece en las tierras altas de Centro América, arriba de los 1.000 m. de altura. Difiere de la anterior en tener hojas más cortas, de 10 a 25 cm. de longitud, con el reverso verdoso en lugar de pardo. Los frutos son similares en tamaño y forma pero de superficie más lisa y verdosa. La pulpa rojiza y aromática es más agradable; contiene 1 ó 2 semillas, ovadas, más pequeñas que en *C. mammosum*. Como en esta última especie los frutos se recogen cuando no han llegado a madurar completamente; se hacen estrias longitudinales en la cáscara para drenar el látex y se almacenan en lugar oscuro antes de comerse. Los frutos del injerto se consumen frescos o en dulces.

CANISTEL O ZAPOTILLO, *Pouteria campechiana* (*Lucuma salicifolia*)

Especie originaria de México; pertenece a un género que difiere de *Calocarpum* por tener 4 a 6 sépalos.

El canistel (Fig. 19.5) es un árbol de 5 a 10 m. de alto, de hojas oblanceoladas, lisas y brillantes, de 10 a 18 cm. de largo. Las flores salen de las axilas de las hojas; el cáliz tiene 4 a 6 sépalos, la corola 5 a 6 partes; hay 5 estaminodios y 5 estambres fértiles. El gineceo se compone de un ovario de 6 carpelos y de estilo linear. El fruto es ovoide o fusiforme, con el ápice bien desarrollado, de 6 a 12 cm. de largo, liso, externamente anaranjado o amarillo; la pulpa rojiza es semejante a la del zapote; contiene por lo general 1 semilla, rara vez 3 ó 4, planas, lisas y brillantes.

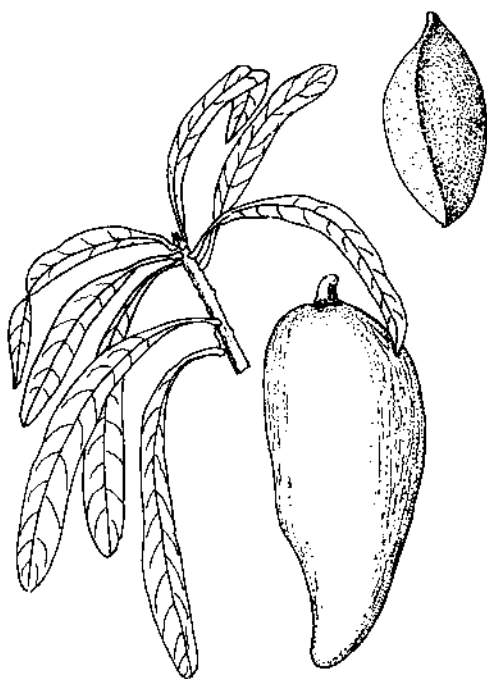


Fig. 19.5. *Pouteria campechiana*, canistel.

CAIMO, *Pouteria caimito*

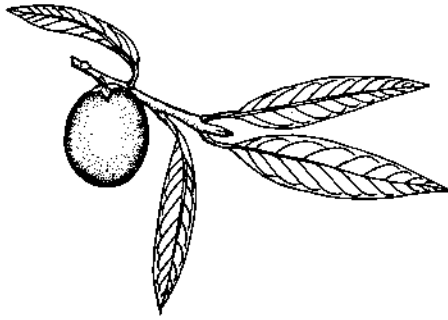
Esta especie conocida como caimo en Colombia y abio en Brasil, es un árbol de 10 a 15 m. de alto, de hojas oblongas u obovadas, de 8 a 12 cm. de largo y de 4 a 6 cm. de ancho, de ápice redondeado (Fig. 19.6). Las flores aparecen entre las hojas. El cáliz tiene 4 sépalos y la corola 1 tubo basal que se abre en 4 ó 5 pétalos verdosos. Hay un ciclo de estaminodios en la base de la corola y otro de estambres cortos.

El ovario es elipsoidal, cubierto de pubescencia amarilla.

El fruto del caimo es ovoide a elipsoidal, de 6 a 8 cm. de largo, amarillo y rugoso. La pulpa es blancuzca, dulce, de sabor muy agradable y rodea 2 semillas planas y oscuras con el hilo muy angosto.

El caimo es poco conocido fuera del área natural de dispersión, que se extiende de Colombia a Brasil.

En Sur América hay otras Sapotáceas silvestres menos conocidas. UCUQUI,

Fig. 19.6. *Pouteria caimito*, caimo.

Pouteria ucuqui, del Amazonas, da frutos amarillos obovoides, de 12 a 16 cm. de largo, con pulpa rojiza, que se comen crudos o cocinados. MANZANO, *P. arguacoensium*, de las tierras altas de Colombia, se distingue por sus frutos aplanados, de 10 a 12 cm. de diámetro por 5 a 8 cm. de alto, con el cáliz permanente bien desarrollado y el ápice hundido.

LUCUMA, *Lucuma bifer*

Originaria del Norte de Sur América, es un árbol de copa globosa, de 5 a 10 m. de alto, de hojas pequeñas, elípticas y brillantes. La fruta tiene más parecido a *Achras* y *Calocarpum* que a otras especies de *Lucuma*. Es ovoide a cónica, de 5 a 8 cm. de largo, de cáscara dura y quebradiza. La pulpa amarillenta se come cruda o preparada en helados.

JACARA, *Lucuma multiflora*

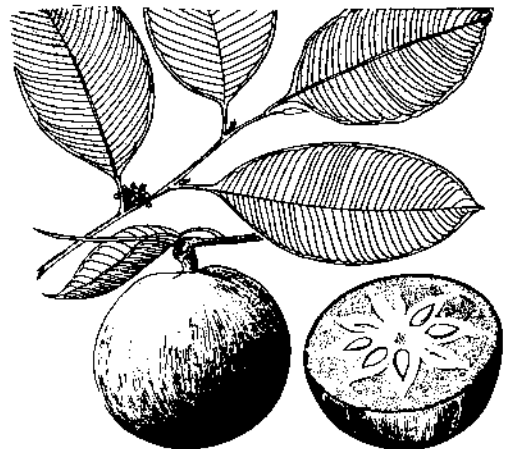
Especie de las Antillas que da bayas pequeñas, ovoides, de 3 a 5 cm. de largo, con una sola semilla rodeada de pulpa delgada y amarilla.

CAIMITO, *Chrysophyllum cainito*

El caimito es posiblemente originario de Centro América o de las Antillas. Es un

árbol de 5 a 20 m. de altura, de corona irregular y follaje muy atractivo (Fig. 19.7). Las hojas oblongolanceoladas, de 10 a 20 cm. de largo por 4 a 6 cm. de ancho, son de un hermoso color verde en el lado superior, lisas y brillantes. En la cara inferior están cubiertas por una pubescencia ferrugínea y sedosa, que les da un aspecto dorado característico. Las flores pequeñas tienen el cáliz con 5 sépalos iguales y pubescentes; la corola es morada, pilosa en el lado externo, con 5 pétalos. Los estambres con filamentos muy cortos, están adheridos a la base de los pétalos. El ovario es esférico, pubescente y termina en varios estigmas cortos.

El fruto, globoso o achatado, es de color morado en la madurez en la mayoría de los cultivares; en otros, verde claro o blanco. El epicarpo o cáscara es dura en los tejidos externos, suave en la sección interna, donde la recorren numerosos canales de látex; carece de las células arenosas comunes en otras Sapotáceas. El fruto se divide en 5 carpelos, en cada uno de los cuales hay una semilla grande; en corte transversal muestra una típica apariencia de estrella. La pulpa o mesocarpo que rodea las semillas es blanca o morada, acuosa, dulce y de sabor muy agradable. Como en las otras Sapotáceas es pegajosa debido al látex abundante que contiene, cuyos canales se advierten como hilos blancos entre la pulpa mucilaginoso.

Fig. 19.7. *Chrysophyllum cainito*, caimito.

LATICIFERAS

La familia de las Sapotáceas incluye varias especies de importancia comercial como productoras de látex. Las principales son en América tropical, el chicle, *Achras zapota*, ya mencionada como frutal, y la balata, que se extrae de árboles del género *Mimusops* o *Manilkara*. En los trópicos asiáticos la gutapercha se obtiene de varias especies de *Palaquium*.

El látex es un producto interno de la planta que aparece en las Sapotáceas en canales muy finos en las hojas y otros órganos de la planta. Es un líquido blanco o amarillento, que contiene numerosas sustancias semisólidas en suspensión, especialmente hidrocarburos, resinas, aceites y carbohidratos. El látex fluye en la planta en tubos que se forman al disolverse las paredes transversales de las células y su función no está definitivamente aclarada. Se dice que puede ser una sustancia protectora, que cicatriza heridas producidas por insectos perforadores u otros agentes. Esto explicaría por qué las especies laticíferas son más comunes en los trópicos, donde esos ataques son más frecuentes.

El látex expuesto al aire se coagula. En estado sólido sus propiedades varían según las especies. En las Sapotáceas se conoce con el nombre de guta, o balata y es duro, no elástico, rico en resinas e inalterable en agua. Es muy diferente del látex comercial más corriente, el caucho, obtenido del jebe (*Hevea*) y otras especies, que es de propiedades elásticas, pobre en resinas y que se descompone en el agua.

El hombre ha utilizado desde los tiempos más primitivos las propiedades del látex en forma de caucho para diversos propósitos. La guta o gomas sólidas, en cambio, se han desarrollado como productos industriales en épocas más recientes. Las plantas productoras de caucho, como el jebe, *Hevea*, y el hule, *Castilla*, han sido establecidas en plantaciones comerciales y a ellas se ha aplicado la tecnología moderna. Las plantas productoras

de guta en cambio siguen siendo especies forestales a pesar de que tienen cierta importancia económica. Los usos de la guta o gutapercha son restringidos en la industria moderna. Es usada especialmente por sus propiedades aislantes en la fabricación de cables eléctricos como reemplazo del caucho, en la fabricación de resinas y otros usos.

El chicle es el masticatorio de mayor consumo. Se obtiene en Centro América y México del *Achras zapota* o chicozapote. En esta especie el látex fluye en la corteza del tronco en canales numerosos, sencillos y verticales. El chiclero al hacer un corte en la cáscara del árbol, corta los vasos laticíferos que descargan el látex en la herida. Esto permite drenar un área de unos 20 a 25 cm. a ambos lados. El primer corte que se hace en la inserción de las ramas, es conectado en su extremo inferior con otro en ángulo recto y así sucesivamente, de modo que se forma una herida continua en zigzag, desde la parte superior del tronco hasta la base del árbol. El látex se recoge en bolsas de caucho u otros recipientes.

Las áreas drenadas de látex no pueden volver a cortarse por 5 ó 10 años hasta que la planta haya formado capas de floema con nuevos canales laticíferos.

La balata se obtiene de plantas silvestres de *Manilkara bidentata*, de Guayanas y otras regiones del Norte de Sur América; la massaranduba de Brasil, de *M. huberii*. Ambas especies se explotan por lo común derribando el árbol y haciéndole todas las incisiones necesarias para extraer totalmente el látex.

En Oriente la gutapercha se extrae en los bosques de varias especies del género *Palaquium*, especialmente de *P. gutta*, que da la de mejor calidad. Su extracción se hacía al principio derribando los árboles y haciendo numerosas incisiones; luego se desarrollaron métodos para extraerla en cortes sin destruir el árbol.

EBENACEAS

La familia de las Ebenáceas está constituida por especies de los trópicos y subtropicos. Algunas de ellas, como los ébanos, dan maderas muy valiosas.

Son plantas leñosas, de hojas simples. Las flores a menudo unisexuales, están constituidas por 4 ó 5 partes en el cáliz y la corola. Los estambres son numerosos, y en las flores pistiladas pueden estar representados por estaminodios. El gineceo se forma de un ovario de varias celdas, con placentación axilar.

Algunas especies tienen valor como frutales. El kaki es la más conocida, y se la cultiva extensamente en áreas subtropicales del Viejo y del Nuevo Mundo; en los trópicos americanos es poco frecuente. Otras dos especies, el mabolo, de Asia tropical y el zapote negro, de México y Centro América, son menos conocidas.

ZAPOTE NEGRO, *Diospyros ebenaster*

El zapote negro (Fig. 19.8) es originario de Centro América y México, donde se le cultiva esporádicamente. Se ha introducido a regiones subtropicales de Estados Unidos, Filipinas y otros países asiáticos.

Es un árbol alto, de copa hermosa y compacta; las hojas oblongas a elípticas, de color verde brillante, miden de 8 a 20 cm. de largo y 3 a 5 cm. de ancho. Las flores solitarias salen de las axilas de las hojas y son unisexuales como en las otras especies de este género. El cáliz está compuesto por 4 piezas unidas por la base, grandes, verdosas, que en las flores pistiladas se alargan al crecer la flor y son permanentes en la base del fruto. La corola se forma de 5 pétalos blancuzcos. En las flores estaminadas hay por lo común 16 estambres, pero su número puede llegar hasta 60. En las pistiladas hay numerosos estaminodios y un pistilo de ovario aplanado, terminado en 3 ramas estigmáticas.

El fruto es oblado, o sea aplanado por el eje central, con surcos poco marcados, verde oscuro en la madurez, de 8 a 10 cm. de diámetro. La cáscara lisa y delgada rodea la pulpa amarilla oscura a marrón, suave, dulce y algo picante. Hay corrientemente de 3 a 5 semillas, aunque en ciertos casos se encuentran hasta 10. Las semillas son planas, de 10 a 12 mm. de largo.

El zapote negro se come crudo o se prepara en conservas. Se propaga por semilla o injerto.



Fig. 19.8. *Diospyros ebenaster*, zapote negro.

MABOLO, *Diospyros discolor*

Originario de Filipinas, cultivado en algunos países de Centro América. Es un árbol de porte hermoso (Fig. 19.9), con ramas rectas que crecen formando una copa cónica muy ornamental. Las hojas elípticas, de 8 a 20 cm. de largo, de color verde oscuro brillante en el lado superior, están cubiertas de pubescencia blancuzca

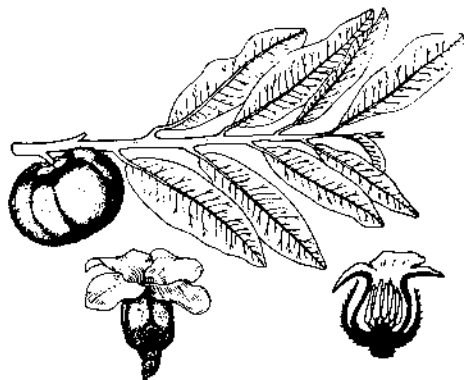


Fig. 19.9. *Diospyros discolor*, mabolo.

en el reverso. Las flores como en la especie anterior, son unisexuales, de cáliz corto y permanente. La corola blancuzca se forma de 4 pétalos. Las flores pistiladas tienen un ovario hemisférico, terminado en 3 ramas estigmáticas. Las estaminadas contienen muchos estambres.

El fruto aplanado, de 6 a 8 cm. de diámetro, está cubierto por pubescencia rojiza, fina y brillante. La pulpa es amarilla, dura, seca, aromática y de olor desagradable pero de buen sabor. Contiene de 5 a 8 semillas planas.

Son frecuentes en esta especie los frutos sin semillas, lo que se atribuye a partenocarpia.

En Asia se reconocen algunas variedades de mabolo.

KAKI, *Diospyros kaki*

El kaki se planta en los trópicos por lo general sólo en las tierras altas. Es un árbol bajo, de tronco corto, torcido y ra-

mificación abundante. Las hojas, ovadas a elípticas, miden de 5 a 20 cm. de largo. Las flores pueden ser unisexuales o hermafroditas. Las pistiladas aparecen solitarias, con 2 brácteas grandes en la base. El cáliz verde está dividido en 4 partes; la corola amarilla, tiene 4 pétalos de 2 a 2,5 cm. de largo; el ovario es aplanado y cónico, o termina en 4 ramas y a su alrededor hay de 8 a 10 estaminodios. Las flores estaminadas aparecen en racimos y miden de 2 a 3 cm. de largo; el cáliz y la corola tienen 4 partes y hay de 12 a 24 estambres.

El fruto del kaki es oblado, redondo o de lados planos, de 3 a 8 cm. de diámetro, con cáscara amarilla rojiza. La pulpa es anaranjada y dulce. Hay de 4 a 8 semillas, o faltan del todo por partenocarpia.

En Asia se conocen muchos cultivares de esta especie.

REFERENCIAS

- CONZALEZ, L. C. y FELICIANO, P. A., Jr. The blooming and fruiting habit of the Ponderosa chico. *Philippine Agriculturist* 37: 384-398. 1953.
- HOEHNE, F. C. Frutas indígenas. Sao Paulo, Instituto de Botánica, 1946. 88 p. (Instituto de Botánica. Publicação da serie "D").
- KARLING, J. S. The laticiferous system of *Achras zapota* L. *American Journal of Botany* 16: 803-824. 1929.
- OCHSE, J. J. y BRINK, R. C. B. VAN DEN. Fruits and fruitculture in the Dutch East Indies. Batavia-C., Kolff, 1931. 180 p.
- POPENOE, W. Manual of tropical and subtropical fruits. New York, Macmillan, 1920. 474 p.
- RUEHLE, G. D. The sapodilla in Florida. Florida Agricultural Experiment Station. Circular S-34. 1951, 14 p.
- SCHROEDER, C. A. The origin, spread and improvement of the avocado, sapodilla and papaya. *Indian Journal of Horticulture* 15: 116-128. 1958.
- TEXIDO, G. G. y PARRADO, J. L. A. Zapote o níspero sin semilla. *Revista de Agricultura (Cuba)* 37:81-82. 1954.
- WILLIAMS, L. Laticiferous plants of economic importance. I. Sources of balata, chicle, guttapercha and allied guttas. *Economic Botany* 16:17-24. 1962.
- WOODSON, R. E. et al. *Rauwolfia: botany, pharmacognosy, chemistry, pharmacology*. Boston, Little-Brown, 1957. 149 p.

UMBELIFERAS

20

B. ARQUICLAMIDEAS

UMBELIFERAS

La familia de las Umbelíferas incluye en las zonas templadas numerosas especies de valor económico como la zanahoria, apio, perifollo, hinojo, perejil. Algunas se utilizan por sus raíces comestibles; otras por el follaje, rico en aceites, que hacen de ellas buenos condimentos. En los trópicos las Umbelíferas tienen poca importancia comercial.

ARRACACHA, MANDOQUINHA, *Arracacia xanthorrhiza*

Su área original de dispersión son las cordilleras andinas, desde Venezuela a Bolivia; es posible que su domesticación ocurriera en Colombia. En cultivo se ha extendido a las tierras altas de Centro América, Antillas, África y Ceilán, y a la región subtropical de Brasil.

La arracacha (Fig. 20.1) se propaga por vía vegetativa. La planta adulta es una macolla con numerosos brotes aéreos cuyas hojas, largamente pecioladas, tienen de 3 a 7 folíolos a su vez muy recortados. El follaje es de un color verde oscuro o bronceado, muy atrayente. De cada macolla salen de 3 a 10 raíces fusiformes, blancas o moradas según la variedad, de 8 a 20 cm. de largo. La raíz está forma-

da principalmente de floema, cuyo parénquima está cargado de almidón. Cerca del cambium hay células rellenas de pigmen-

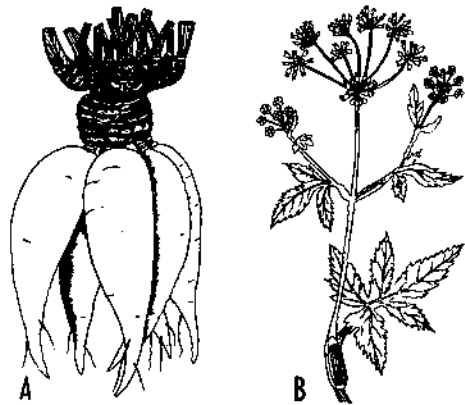


Fig. 20.1. *Arracacia xanthorrhiza*. A, tallo y raíces. B, hojas.

tos morados, que lo delimitan claramente, y abundantes canales de aceite, cuyo aroma da un gusto especial a la arracacha. El centro de la raíz o xilema, es suave, formado de parénquima, el cual contiene también mucho almidón.

La arracacha se recolecta antes del año de sembrada. Si se deja por más tiempo brotan de la base de la macolla los tallos floríferos. Las inflorescencias son umbelas compuestas, que llevan muchas flores pe-

queñas, de color purpúreo intenso. Como en el resto de la familia, se componen de cáliz y corola de 5 piezas diminutas, en la corola encorvadas hacia adentro; hay 5 estambres. El ovario ínfero se desarrolla en un fruto seco, de 2 carpelos, cada uno terminado en su parte superior en un apéndice delgado.

Se conocen numerosos cultivares, que se diferencian sobre todo por el color externo de la raíz; los blancos son los preferidos por su sabor y apariencia.

REFERENCIAS

HODGE, W. H. El arracacha comestible. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía (Medellín) 10(35):232-254. 1949.

LEON, J. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Boletín técnico no. 6. 1964, 112 p.

RAMNACEAS

En la familia de las Ramnáceas hay dos especies frutales de cierta importancia: el jujube, *Zizyphus jujuba*, originario de China, que se cultiva en algunos sitios de las tierras altas de los trópicos pero es más bien una especie subtropical, y el aprim o jujube de India, *Z. mauritiana*, especie tropical, que se cultiva poco en América.

APRIM, PONSIGUE,
Zizyphus mauritiana

Este frutal (Fig. 21.1) posiblemente originario de India, es un arbusto hasta de 8 m. de alto, muy ramificado. Las ramas delgadas y colgantes llevan hojas alternas, en cuyas bases hay espinas sencillas o dobles. Las láminas elípticas a ovales, de 3 a 6 cm. de largo, tienen la cara superior verde oscuro, con 3 nervios longitudinales. El lado inferior en cambio es blanco o grisáceo, debido a la pubescencia fina y densa que lo recubre.

Las flores pequeñas, de 5 mm. de diámetro, aparecen en grupos en las axilas de las hojas. Tienen pedúnculos largos y finos; 5 sépalos y 5 pétalos verduscos; 5 estambres y un disco bien desarrollado, por cuyo centro sale un estigma bifido.

El fruto es una drupa elipsoidal o obovoidea, de 1 a 2,5 cm. de largo, anaran-

jada o castaña. La pulpa ácida en algunos cultivares, de sabor agradable, rodea una semilla grande, dura, de superficie irregular. Las frutas se comen frescas o en conservas.

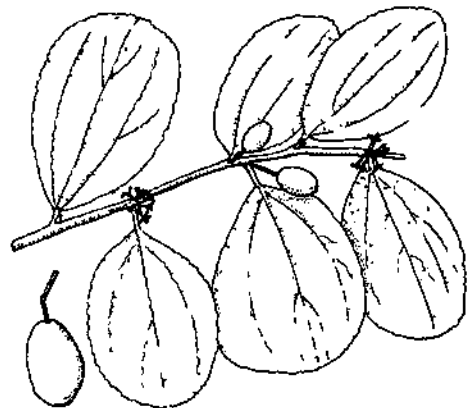


Fig. 21.1. *Zizyphus mauritiana*.

ELEAGNACEAS

ALINGARO, *Elaeagnus philippensis*

El alingaro (Fig. 21.2) es un frutal de menor importancia, nativo de Filipinas. Es un arbusto trepador, que presenta en el follaje una pubescencia blanca y escamosa, que es característica de la familia.

Las hojas elípticas, de 3 a 5 cm de largo, son verde oscuro, brillantes en el lado superior y cubiertas de escamas blancuzcas en el inferior. Las flores pequeñas, amarillentas y ligeramente perfumadas, tienen el perianto simple, amplio en la base en forma de saco y cerrado arriba en el cuello, al cual están adheridos los estambres por filamentos muy cortos. En la parte superior el perianto se divide en 4 sépalos. El pistilo es muy largo y curvo.

El fruto es una baya clipsoidal, de 1 a 2 cm. de largo, rojo opaco, cubierto de escamas marrón, y lleva en el ápice los restos del cáliz. Tiene una semilla gran-

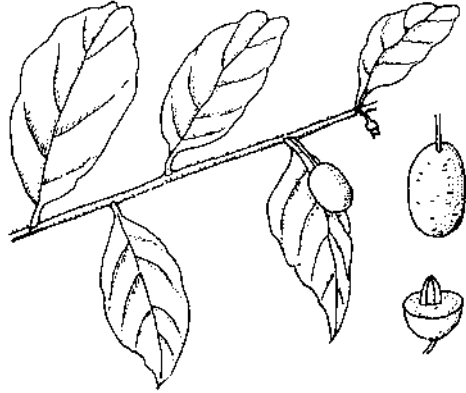


Fig. 21.2. *Elaeagnus philippensis*.

de. Los frutos se comen frescos o en jaleas.

A una familia vecina, VITACEAS, pertenece la vid, *Vitis vinifera*, que se cultiva en algunas áreas tropicales. Las vides silvestres de climas cálidos, como *V. caribea*, dan racimos de frutos grandes pero de calidad inferior.

REFERENCIAS

- CHEVALIER, A. Les jujubiers ou Zizyphus de l'Ancien monde et l'utilisation de leur fruits. *Revue de Botanique Appliquée et de'Agriculture Tropicale* 27:470-483. 1947.
- KENNARD, W. C. y WINTERS, H. F. Frutas y nueces para el trópico. Trad. del inglés.

México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1963. 177 p.

- TEAOTIA, S. S. y CHAUHAN, R. S. Flowering, pollination fruit set and fruit drop in ber (*Zizyphus mauritiana* Lam.). *Indian Journal of Horticulture* 21:40-45. 1964.

ANACARDIACEAS

Las Anacardiáceas contienen numerosas especies frutales, algunas como el mango y el marañón, de gran importancia económica. Es una familia de plantas arbóreas, rica en especies tropicales. En todas ellas se encuentran canales de resina en la corteza del tronco y las ramas; hojas simples o pinnadas; flores actinomorfas, frecuentemente unisexuales, con verticilos de 5 partes. Las Anacardiáceas se utilizan principalmente por sus frutos y algunas de ellas por las resinas que exudan del tronco.

MANGO, *Mangifera indica*

Origen

Hay unas 15 especies de *Mangifera* de frutos comestibles, originarias de la península malaya y regiones adyacentes de India. En esa área, el mango se encuentra aún silvestre. En India especialmente, presenta una alta variabilidad; se conocen más de 1.000 variedades en ese país lo que indica que es una planta de cultivo muy antiguo, ya conocida hace más de 4.000 años.

La expansión fuera de su área de origen ocurrió poco después de los descubrimientos del siglo XVI. El mango llegó a América por 2 vías: los españoles lo trajeron de Filipinas a México, de donde se extendió por el Caribe; los portugueses de India a Brasil.

Morfología general

Los árboles de mango llegan a alcanzar un gran porte; se conocen ejemplares de 40 y más metros de altura. Su forma depende del tipo de propagación; árboles de semilla son erectos y altos; los injertados más bajos y de ramificación escasa y abierta.

El mango es una de las especies tropicales que alcanza un mayor desarrollo radical. Las raíces principales penetran hasta 6 a 8 m., mientras que las superficiales se extienden en un radio hasta de 10 m. del tronco. Esta distribución le permite resistir las condiciones de baja humedad.

El tronco principal es cilíndrico o irregular con la corteza grisácea, rica en canales de resina.

En el mango las normas de crecimiento vegetativo (Fig. 22.1 A) dependen tanto del cultivar como de factores ambientales, en particular de la humedad. En esta especie, hay uno o varios períodos al año de desarrollo de ramillas nuevas, con hojas que al principio son verde claro o rosadas, según el cultivar. El primer brote, en la mayoría de las variedades, sale de aquellas ramillas formadas el año anterior que no florecieron. Estos primeros brotes, si el árbol no tiene frutos, crecen y se alargan y de ellos salen las inflorescencias que se abrirán en la estación siguiente, por lo común un año después de iniciado su desarrollo. Después pueden haber uno o más períodos de brotación sin que las ramillas formadas lleguen a dar flores. Es de estos brotes sin embargo, de donde saldrán las ramillas floríferas. El factor que determina que una brotación llegue a formar flores, es la presencia de frutos. Cuando hay cosecha abundante el árbol agota sus reservas, de modo que en ese año el número de brotes nuevos se reduce al mínimo. De eso resulta que un año de altas cosechas es seguido por 1 ó 2 de bajo rendimiento.

Las hojas aparecen al final de las ramillas en filotaxia de 3/8. Su distanciamiento en las ramillas es muy irregular y lo determinan los períodos de crecimiento; al iniciarse éstos las hojas aparecen muy juntas, al final más espaciadas. Los pecíolos hinchados en la base, tienen un canal en el lado superior y miden de 5 a 25 mm. de largo. La lámina es por lo general oblonga o lanceolada, con la base y el ápice agudos, rara vez elípticos. Su tamaño varía de 5 a 35 cm. de largo por 2 a 10 cm. de ancho. Los bordes son por lo común ondulados. El nervio central y los 15 a 30 nervios laterales son muy prominentes. La cara superior es dura y brillante, de color verde oscuro, mientras que la inferior es amarilloverdosa. Las hojas del mango contienen canales de resina que se hallan en el floema de las venas.

La inflorescencia es una panícula que brota al final de una ramilla. El eje central mide de 5 a 40 cm. de largo, y de él salen ramas de primer orden, rectas, mucho más largas en la base de la inflorescencia que llevan ramillas de segundo y tercer orden. En estas últimas aparecen las cimas de flores. El color, forma y tamaño del eje central y sus ramificaciones dependen en gran parte de factores hereditarios; puede ser amarillo, liso o con manchas purpúreas, pubescente o completamente glabro.

El número de flores en una panícula pasa por lo general de 1.000 y llega a veces hasta 5.000. Las flores son de 2 clases: estaminadas y hermafroditas (Fig. 22.1 B y C). La distribución de los 2 tipos en la panícula es un carácter varietal. Por lo común el número de flores hermafroditas disminuye de la parte inferior de la inflorescencia hacia el ápice, aunque el porcentaje, o sea la relación entre el total de flores y el número de flores hermafroditas, aumenta en ese sentido.

Las flores tienen un pedúnculo muy corto. El cáliz se forma de 5 sépalos libres, verdosos, pubescentes en la cara externa de 2 a 4 mm. de largo y 1 a 2 mm. de ancho. Los 5 pétalos, también libres, cae-

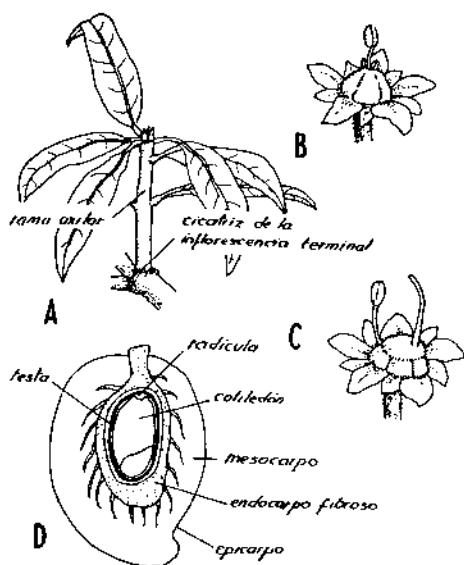


Fig. 22.1. *Mangifera indica*. mango. A, rama. B, flor estaminada C, flor pistilada. D, fruto.

dizos, amarillentos con líneas o manchas oscuras, ovales, miden de 3 a 6 mm. de largo por 1 a 2 mm. de ancho, y tienen el ápice agudo y curvo. El centro de la flor lo ocupa el disco, estructura carnosa, anular o con 4 ó 5 lados, amarillento o blanco. En las flores hermafroditas hay 5 estambres, de los que sólo 1 ó 2 son funcionales; miden 1 a 2 mm. de largo y terminan en anteras rosadas. Los otros son estaminodios, mucho más cortos. El gineceo se compone del ovario de una sola celda, sentado directamente en el disco, y de un pistilo curvo, que sale lateralmente y mide de 1 a 2 mm. de largo. Es frecuente encontrar flores hermafroditas anormales que no forman frutos. En las flores estaminadas el perianto es igual que en la hermafroditas; el centro lo ocupan 5 estambres de los cuales sólo uno, el más largo, es funcional.

Biología floral

En un árbol de mango hay un gran número de ramas floríferas y cada una de éstas lleva miles de flores. Como se explicó antes, en un año se pueden desarrollar muchas frutas y al siguiente muy pocas, por lo que hay una alternación marcada de cosechas.

La antesis ocurre en la noche o en las primeras horas de la mañana. Las anteras se abren poco después del perianto y se tornan azuladas por el polen. Para su apertura se requiere tiempo brillante y caluroso. El estigma puede ser receptivo aún antes de abrirse la flor y continúa siéndolo por 2 días. La polinización se hace quizá en forma exclusiva por insectos, que son atraídos por el néctar que exuda el disco y trasladan los granos de polen a otras flores.

Fruto

El fruto del mango es una drupa aplanada, cuya forma, tamaño y color varían mucho según las variedades. La base en ciertos cultivares tiene un lado compri-

mido; el cuerpo del fruto es desigual de perfil, con el lado dorsal convexo y el ventral con una concavidad hacia el ápice, en la que se haya una prominencia cónica o "pico". Este puede ser muy desarrollado en ciertos cultivares, y poco en otros, en cuyo caso lo reemplaza una mancha clara. El pico representa el punto de inserción, siempre asimétrico, del estilo en el ovario.

El color del fruto, además de ser un carácter varietal, depende de las condiciones ambientales. El tono básico es amarillo en la fruta madura, uniforme o con áreas rojas o verdes. El color uniforme es interrumpido por círculos pequeños más claros, llamados glándulas. El epicarpo (Fig. 22.1 D) se forma de varias capas de células isodiamétricas de paredes duras. Debajo hay un estrato de células más grandes, en la que abundan los canales de resinas, que son más numerosos en ciertos cultivares, a los que dan un típico sabor a trementina. El mesocarpo o parte comestible, es un tejido de parénquima suave, rico en azúcar y cromatóforos, atravesado por las fibras del endocarpo. El color del mesocarpo varía de blanco a amarillo oscuro, según el cultivar. El endocarpo es un tejido duro, que en su lado externo se prolonga en fibras numerosas, mientras que es liso en el interno. La cantidad y longitud de las fibras es un carácter varietal, de importancia en los trabajos de selección.

La semilla es aplanada, cubierta por la testa y el tegumento y constituida en su mayor parte por los cotiledones. No contiene endosperma.

En el mango es frecuente la poliembriónia, es decir, que en una semilla se forman dos o más embriones. Normalmente sólo debe desarrollarse uno de la ovocélula que resulta de la fecundación del óvulo. Pero en este caso además del embrión normal se desarrollan otros en los tejidos de la nucela que con frecuencia impiden el crecimiento del primero. Estos embriones adventicios que no han resultado del proceso de fecundación, son idénticos en sus características a la planta madre. Es posi-

ble diferenciar las plántulas provenientes de embriones normales o de nucelares, lo cual es importante en los trabajos de hibridación. La poliembriónia en el mango es de carácter varietal; con frecuencia, sin embargo, un cultivar que es monoembriónico en su localidad original es poliembriónico en otra. Esto podría deberse a hibridación con cultivares poliembriónicos en la nueva localidad.

El mango ofrece un ejemplo de reproducción restringida. A pesar del alto número de flores en una panícula sólo un porcentaje muy bajo, menor del 5 por ciento, llega a formar frutos. Los factores determinantes de ese fenómeno pueden ser la unisexualidad de muchas flores, deficiencias del polen o del gineceo, falta de agentes polinizadores o condiciones ambientales desfavorables a la fecundación.

Variabilidad

El número de cultivares de mango fluctúa entre 1.000 a 1.500. La explicación de esta alta variabilidad está en primer término en el mecanismo de polinización que permite la formación continua de híbridos. La progenie de un árbol revela grandes diferencias en las plántulas. Si se considera que el mango es un poliploide, se podría deducir que los individuos de esta especie son heterocigotos y que la selección de tipos superiores y su propagación vegetativa dentro de poblaciones de libre cruzamiento, ha sido y será una fuente de nuevas variedades.

La hibridación artificial debe ser entonces un método efectivo de producción de tipos superiores y eso ha sido probado en forma experimental. Sin embargo, dicho método presenta dificultades numerosas: de un cruce se obtiene sólo una semilla; el mango es de crecimiento lento, pues hasta los 6 a 7 años produce la primera cosecha; como los tipos son altamente heterocigotos, aunque vengan de propagación vegetativa, los resultados son impredecibles.

Otra fuente de variación son las mutaciones génicas, que son muy frecuentes

en los poliploides. También se conocen casos de mutaciones de yema: el cultivar 'Davis Haden' se originó de una yema distinta en un árbol de 'Haden'.

Los clones comerciales se distinguen por:

1. Forma, tamaño, color y otras características del fruto, en particular del pico;
2. tamaño y color de la inflorescencia;
3. forma de la hoja, especialmente en el ápice;
4. tamaño y número de las venas y fibras del endocarpo;
5. color de las hojas nuevas y otros.

Otras especies de *Mangifera*

En los trópicos de Asia y las islas del archipiélago indomalayo se cultivan por lo menos 15 especies frutales de *Mangifera*. Las dos más importantes son: KAWENI, *M. odorata*, que se introdujo hace algunos años en América. Se caracteriza por sus frutos elipsoidales, planos, amarillos, de 10 a 15 cm. de largo con un fuerte olor a trementina que los hace incomibles para quienes no están acostumbrados; su sabor aunque inferior al del mango no es desagradable.

BACHANG, *M. foetida*, es muy inferior al mango. La fruta es verdosa, de 10 a 20 cm. de largo, de pulpa amarilla con fuerte olor a trementina. Se utiliza como patrón para injertar mangos de alta calidad. En Malasia las frutas de estas dos especies se emplean en la preparación de jaleas y siropes, para lo cual se tratan previamente por varios días en agua de cal.

MARAÑÓN, CAJU, *Anacardium occidentale*

Origen

El marañón (Fig. 22.2 A) es nativo de las zonas costeras del Norte de Sur América, en especial de la región noreste de Brasil. Es una planta de litoral, aunque puede crecer lejos del mar.

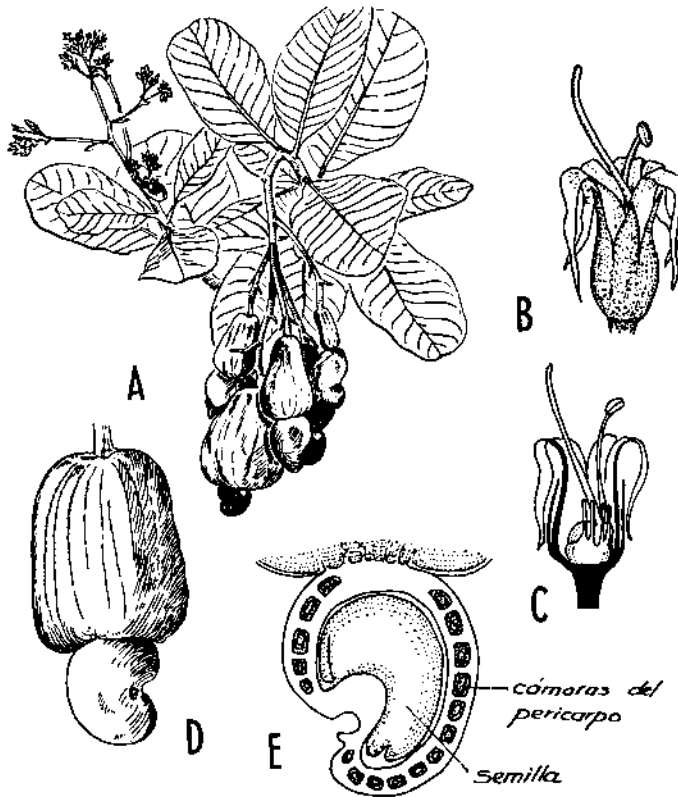


Fig. 22.2. *Anacardium occidentale*, marañón, cajú. A, porte. B y C, flores. D, fruto. E, corte longitudinal del fruto.

Los portugueses lo introdujeron a Asia. Se diseminó rápido y llegó a constituir en India un cultivo de importancia. Los portugueses introdujeron también el nombre brasileño de cajú (cayú), que con algunas variantes se usa en India, y del cual deriva el término inglés cashew.

En la actualidad el marañón tiene una gran importancia comercial como productor de nueces y aceites. India y Africa Oriental (Mozambique) proveen a los mercados con grandes cantidades de nueces de alta calidad. En América, Brasil es el único productor de importancia.

Morfología general

El marañón es un árbol bajo, generalmente de menos de 10 m. de altura, de tronco corto, con ramificación escasa y torcida. Como en las otras Anacardiáceas, tiene en la corteza del tronco y de las

ramas numerosos canales resiníferos. El crecimiento de una ramilla es periódico. De las ramillas viejas, gruesas y casi sin follaje, salen lateralmente los brotes nuevos con numerosas hojas entre las que se desarrollan las inflorescencias. Una vez que éstas han fructificado y caído aparecen de nuevo otros brotes que salen de yemas laterales; por eso las ramas del marañón crecen en zigzag. En el mismo árbol pueden hallarse tanto ramillas con inflorescencias desarrolladas como en latencia, y en el marañón no se presentan como en el mango, las alternaciones marcadas de producción.

Las hojas nuevas, agrupadas en los brotes jóvenes, son de un tono rosado. Cuando se desarrollan son duras y planas, con el pecíolo corto; las láminas obovadooblongas miden de 5 a 20 cm. de largo y 3 a 15 cm. de ancho. Son lisas, brillantes, verde oscuro arriba, más claras en el reverso.

Las flores (Fig. 22.2 B y C) aparecen en ramillas terminales o axilares, en cimas unilaterales. Son hermafroditas o estaminadas: hay 4 por ciento de las primeras, situadas en el ápice de la cima; el resto son estaminadas y laterales. La flor es erecta; el pedúnculo corto y grueso, mide 1 mm. de largo. Los 5 sépalos agudos, verdosos y pubescentes, miden de 3 a 4 mm. de largo. La corola se forma de 5 pétalos angostos, blancos al abrirse la flor, pero que se vuelven rosados al día siguiente de la antesis. Los pétalos son ligeramente más anchos en las flores hermafroditas. En las flores estaminadas hay de 7 a 10 estambres unidos en la base por un anillo elíptico; de ellos sólo 1 sobresale de la corola, midiendo de 10 a 12 mm. de largo. Las anteras son redondas, rosadas el primer día, grisáceas después. Las flores hermafroditas tienen también 7 a 10 estambres, 1 más largo que la corola. El ovario es unicelular, al comienzo blanco con una mancha rosada en la inserción del pistilo, luego completamente rosado. El pistilo es tan largo como el estambre mayor.

Las flores hermafroditas son receptivas únicamente el primer día, por lo común desde la media mañana hasta el mediodía. Los estambres emiten polen desde la mañana hasta la tarde. Un tiempo seco y despejado es necesario para la polinización.

La "fruta" (Fig. 22.2 D y E) se forma del pedúnculo o receptáculo engrosado, jugoso, de color amarillo o rojo y del fruto propiamente dicho, una nuez en forma de riñón, gris y dura. El pedúnculo, que es la parte utilizable como fruta fresca, es un cuerpo en forma de pera, de 4 a 8 cm. de largo, amarillo o rojo. Se forma principalmente de parénquima que contiene un líquido azucarado y astringente, el cual se toma fresco o se prepara en vino. El parénquima está atravesado por canales de resinas y haces vasculares. La nuez, de 2 a 3 cm. de largo, tiene el pericarpo liso y brillante. En el mesocarpo hay una estructura especial, las cámaras, espacios cúbicos o rectangulares que contienen masas de aceites o gomas. El componente principal de éstos es cardol, sustancia muy cáusti-

ca y venenosa que se evapora al calentar las nueces. En algunos lugares de América esa sustancia se emplea como insecticida y en Africa es de explotación industrial.

La semilla ocupa al principio una parte reducida de la cavidad interna del fruto; al final forma una masa en forma de riñón, compuesta de los 2 cotiledones y el hipocótilo. En su composición hay de 50 a 60 por ciento de aceite, 18 por ciento de proteína y algunos azúcares, lo que determina un buen valor nutritivo.

La fruta, pedúnculo y nuez, tarda unos 60 días en madurar. La semilla se desarrolla en 35 a 40 días.

Variabilidad

En el área de origen del marañón, las regiones cálidas y secas del noroeste de Brasil, se conocen muchas variedades. Aún no se ha hecho una buena clasificación biológica de ellas. Para fines comerciales se distinguen dos grupos de cultivares: *americanum*, caracterizado por frutos de pedúnculos largos y jugosos, como el 'Cajubanana'; e *indicum*, cuyos frutos de pedúnculos cortos se utilizan especialmente por la nuez.

JOCOTE O CIRUELO, *Spondias purpurea*

Especie originaria de Centro América, de propagación exclusivamente vegetativa; se le llama jocote de México a Costa Rica; ciruela roja en Sur América; cajazeiro en Brasil.

Spondias purpurea (Fig. 22.3) es un árbol alto, muy ramificado, de tronco con corteza gruesa y rugosa, rica en gomas. Las hojas pinnadas tienen de 10 a 20 pares de folíolos alternos, elípticos, de 3 a 6 cm. de largo. Las flores aparecen en panículas axilares, a veces directamente de las ramas viejas. Cada flor tiene una o varias brácteas. El perianto rojizo se forma de 4 a 5 sépalos y otros tantos



Fig. 22.3. *Spondias purpurea*, jocote. ciruelo.

pétalos. Hay 10 estambres unidos por la base en un disco, opuestos a las partes del perianto; los que están frente a los sépalos son los más largos. El ovario séstil tiene de 3 a 5 celdas.

El fruto es una drupa elipsoidal, de 3 a 5 cm. de largo, lisa y brillante, rojo vino o amarilla, con el epicarpo firme. El mesocarpo carnoso, amarillo, de 5 a 7 mm. de grosor, es dulce, ácido de sabor muy agradable. El endocarpo ocupa la mayor parte del fruto. Es un cuerpo duro como madera, constituido por fibras, entre las que se hallan los restos de semillas malformadas en forma de escamas.

En *Spondias purpurea* no hay propagación sexual, por no formarse polen fértil. Se multiplica por estacas y es uno de los árboles más comúnmente usados para formar setos vivos.

Presenta una gran variación en tamaño y color del fruto y otras características. Se conocen clones de frutos amarillos o rojos; los mejores provienen de Centro América.

Otras especies menos conocidas son el JOBO, *Spondias mombim*, de panículas terminales y frutos amarillos o rojos de epicarpo suave y pulpa de calidad inferior.

IMBU, *S. tuberosa*, de las áreas secas de Brasil, da frutos de 3 a 4 cm. de largo,

amarillos, de pulpa muy agradable. Forma raíces tuberosas que contienen agua en abundancia.

AMBARELLA, *Spondias cytherea*

La ambarella, manzana de Tahiti, yeuplum, jocote judío, cajá-mango, (Fig. 22.4) originaria de Occania, se cultiva en casi todos los países tropicales. Es un árbol bajo, de tronco recto. Las hojas pinnadas tienen de 4 a 12 pares de folíolos oblongos, y 1 terminal. Las hojuelas de bordes recortados miden de 6 a 16 cm. de largo. El árbol pasa cierta parte del año desprovisto de follaje. Las panículas terminales miden hasta 0,50 m. de largo. Las flores son bisexuales, pequeñas, con el cáliz dividido en 5 sépalos y la corola amarillenta de 5 pétalos. Tienen en la parte interna un disco, del cual salen 10 estambres y 1 ovario con 5 celdas y 5 pistilos. El fruto es elipsoidal, grisáceo o amarillo en la madurez, de 6 a 10 cm. de largo por 4 a 6 cm. de ancho, con prominencias longitudinales poco marcadas. El epicarpo es coriáceo; el mesocarpo amarillo, aromático, de sabor ácido muy agradable. El endocarpo se proyecta en el mesocarpo en forma de prominencias longitudinales de las que salen fibras espinosas, duras y curvas. Las 5 semillas ocupan celdas que se amplían en la parte superior.

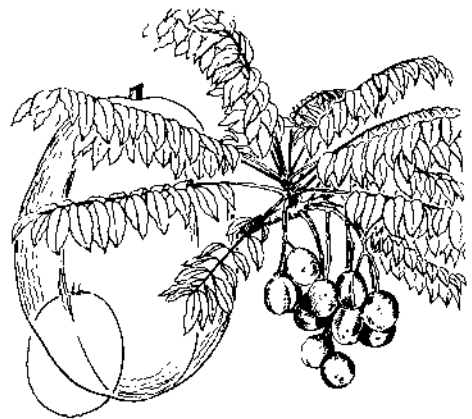


Fig. 22.4. *Spondias cytherea*, ambarella.

La ambarella se propaga por la semilla y en menor grado por vía vegetativa.

GANDARIA, *Bouea macrophylla*

La gandaria, frutal originario de la región indomalaya, es un árbol de 15 a 20 m. de alto, de tronco cilíndrico, de hojas oblongolanceoladas, opuestas, que miden de 10 a 30 cm. de largo por 5 a 10 cm. de ancho. Las panículas salen de las axilas de las hojas y tienen tanto flores estaminadas como hermafroditas. En

las primeras, de pedúnculos cortos hay de 3 a 5 sépalos y pétalos y otros tantos estambres. Las hermafroditas son sésiles, de estructura igual a las estaminadas, con el pistilo globoso y diminuto. Los frutos ovoides o elipsoidales, de 3 a 5 cm. de largo, son amarillos en la madurez. La pulpa o mesocarpo es delgada, amarilla o anaranjada, dulce o ácida, según la variedad. El endocarpo es delgado, con fibras cortas del lado externo, liso en el interno y rodea una sola semilla grande, de 1 a 3 cm. de largo.

SAPINDACEAS

Las Sapindáceas son árboles o lianas de hojas compuestas y flores generalmente unisexuales. El cáliz y la corola constan de 4 ó 5 partes; entre los pétalos y los estambres hay un disco bien desarrollado. Los frutos son cápsulas, bayas o drupas.

Varias Sapindáceas tropicales desarrollan en la parte externa de la semilla un arilo carnoso, con frecuencia rico en azúcares, de color y gusto agradables, por lo cual son muy apreciados como frutales. El arilo en el fruto maduro es una masa acuosa, situada entre la semilla y la cáscara. Se origina de los tejidos que rodean a la primera, a la cual cubre parcial o totalmente. En el lichi, puñacán, mamoncillo y otros, es de alto contenido en azúcar, y las paredes de las células se han desintegrado o son muy suaves y contienen sustancias azucaradas o acidulas. En el aki o seso vegetal, el arilo no cubre totalmente las semillas; es amargo y de alto contenido en sustancias venenosas cuando está crudo, pero comestible si se le cocina cuidadosamente.

Otra Sapindácea, la guaraná de Brasil, se utiliza por las propiedades estimulantes de las semillas.

MAMONCILLO, MAMON, *Melicocca bijuga*

El mamoncillo o mamón (Fig. 22.5) es común en la región del Caribe. Es un árbol corpulento, hasta de 25 m. de altura, de copa regular y follaje abundante. Las hojas de raquis alado, llevan 2 pares de folíolos, el superior de 8 a 12 cm. de largo, el inferior de 3 a 6 cm. La lámina es elíptica a ovadooblonga, verde oscuro, brillante, con el ápice fino y curvo.

Las inflorescencias aparecen una vez al año en racimos terminales. Hay unas muy ramificadas que llevan sólo flores estaminadas; otras sencillas con flores hermafroditas, en las cuales por lo común no se forma polen fértil. Las flores son verdo-

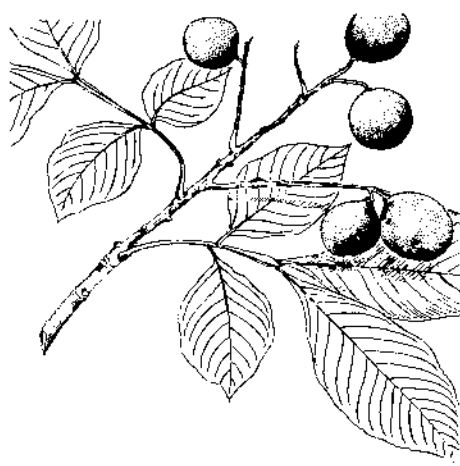


Fig. 22.5. *Melicocca bijuga*, mamón.

sas, con 4 sépalos casi libres, de 1 a 2 mm. de largo, triangulares y cóncavos. Los pétalos unguiculados, oblongos, son pilosos en los bordes, miden unos 3 mm. de largo. En el centro de la flor hay un disco y de 8 a 9 estambres en las flores estaminadas, o un pistilo de ovario de color salmón con el estigma blanco y bifido. Sólo un porcentaje muy bajo de las flores forman frutos. Estos tardan 6 meses en su desarrollo y aparecen en grandes racimos; son esféricos, de 2,5 a 4 cm. de diámetro, verdosos o amarillentos, con la cáscara delgada y quebradiza. El arilo anaranjado y jugoso, dulce con un sabor ácido marcado, es rico en hierro y otros minerales. La semilla de 2 a 3 cm. de diámetro, esférica, blancuzca, se come en algunos sitios después de tostarla.

No se ha estudiado la variación de esta especie. Hay grandes diferencias en tamaño del fruto y acidez del arilo. Se propaga por semilla principalmente o vegetativamente por injerto de aproximación.

RAMBUTAN, *Nephelium lappaceum*

El rambután (Fig. 22.6) es originario del archipiélago malayo. Es aún poco conocido en América tropical, en donde crece muy bien. Es un frutal de los trópicos bajos, de menos de 600 m., que requiere humedad permanente y suelos fértiles.

El rambután es un árbol pequeño, de tronco recto, cubierto de cáscara muy rugosa, grisácea o rojiza; la copa es densa o abierta. Las hojas tienen de 2 a 4 pares de folíolos, alternos o casi opuestos, elípticos u oblongos, verde oscuro brillante en el lado superior, más claros y opacos en el inferior; miden de 5 a 20 cm. de largo por 2 a 10 cm. de ancho. Las inflorescencias son panículas axilares o terminales, con muchas flores unisexuales. Aunque puede haber de los dos sexos en la misma planta, esta especie tiende a tener árboles con sólo flores pistiladas o estaminadas. La flor individual tiene el cáliz cupular, dividido en 4 a 6 lobos, verdosos, ferru-



Fig. 22.6. *Nephelium lappaceum*, rambután.

gíneos en el lado externo, de 1 a 2 mm. de largo. No hay corola. En las flores estaminadas hay al centro un disco poligonal, de cuya parte interna salen de 5 a 8 estambres, de 3 a 4 mm. de largo, con las anteras pubescentes. En las flores pistiladas hay un círculo de estaminodios que salen del disco, y un pistilo formado de 2 carpelos hemisféricos cubiertos de protuberancias, y termina en un estilo bifido. Uno sólo de los carpelos se desarrolla y forma el fruto normal. El otro, verde y diminuto, permanece por algún tiempo adherido en la base del primero.

El fruto es una drupa ovoide, de 3 a 8 cm. de largo por 2 a 4 cm. de ancho, con pedicelo corto y grueso. La cáscara es roja o amarilla exteriormente; está cubierta de muchos tubérculos cónicos de 6 a 15 mm. de largo, suaves, con el ápice agudo y encorvado. El arilo es blanco, transluciente, jugoso y dulce, de 5 a 8 mm. de grueso. Las semillas elipsoidales miden de 2 a 3 cm. de largo.

En su área de origen el rambután presenta mucha variabilidad en el tamaño, color y número de protuberancias del fruto, así como en los caracteres del arilo. Los mejores tipos se propagan vegetativamente por acodo aéreo.

PULASAN, *Nephelium mutabile*

El pulasán (Fig. 22.7) es también originario del archipiélago malayo. Se ha introducido en los trópicos americanos y crece y produce muy bien en las zonas bajas y lluviosas de humedad permanente.

El pulasán es un árbol bajo, de menos de 10 m. de alto, con el tronco grisáceo y la copa hemisférica. Como la especie anterior es muy ornamental, especialmente en los primeros años. Las hojas son compuestas, con el raquis de 10 a 25 cm. de largo y 3 ó 4 pares de folíolos oblongos o elípticos, de base ancha o aguda y ápice mucronado; son de color verde oscuro en el lado superior, grisáceo en el inferior. Las inflorescencias son panículas grandes, axilares o terminales, con flores perfectas o unisexuales en la misma inflorescencia. Como en la especie anterior es común encontrar árboles de pulasán que sólo tienen flores estaminadas o pistiladas. El perianto está constituido solo del cáliz verdoso, con 3 a 4 sépalos erectos. En las estaminadas (Fig. 22.7 B) o hermafroditas hay de 6 a 10 estambres mucho más largos que los sépalos. En las pistiladas (Fig. 22.7 C) o bisexuales, el ovario es de 2 carpelos, rara vez de 3 y termina en un estigma bifido, de ramas encorvadas (Fig. 22.7 C). Como en el rambután en esta especie sólo se desarrolla un carpelo y el otro más pequeño y verde, permanece por algún tiempo adherido a la fruta madura.

El fruto (Fig. 22.7 D) es una drupa ovoide o elipsoidal de 3 a 6 cm. de longitud, de color rojo vivo o amarillo, cubierta de tubérculos cónicos, rectos, de 3 a 6 mm. de largo. La cáscara se separa fácilmente y es blanca y brillante en el lado interno. El arilo blanco, transluciente o amarillento, mide de 6 a 8 mm. de espesor y está adherido a la semilla ovoide, la cual mide de 2 a 3 cm. de largo. No es raro encontrar frutos sin semilla.

Estas dos especies presentan tipos de variación semejantes. Frutos de diversos tamaños; arilo adherido o suelto a la semi-

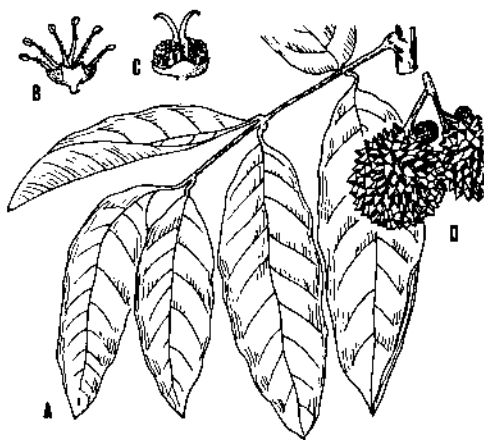


Fig. 22.7. *Nephelium mutabile*, pulasán. A, ramilla. B, flor estaminada. C, flor pistilada. D, fruto.

lla; color externo de la fruta rojo o amarillo; sabor desde dulce hasta amargo.

El pulasán se propaga generalmente por semilla, las cuales pierden su poder germinativo en pocos días, o por acodo aéreo o injerto. Por la abundancia y calidad de la fruta; por ser tempraneros, pues al tercer año ya dan cosecha, las dos especies de *Nephelium* debían ser más cultivadas en América tropical. Son árboles de alto valor ornamental en sus primeros años, especialmente durante la fructificación. Las frutas cortadas son un magnífico adorno de mesa.

LONGAN, *Euphoria longana*

El longan (Fig. 22.8) es nativo del suroeste de Asia; cultivado se le encuentra en muy pocos lugares de América tropical.

Como las especies anteriores es un árbol bajo, hasta de 10 m. de altura, de tronco corto y muy ramificado. Las hojas compuestas tienen de 3 a 5 pares de folíolos elípticos o lanceolados, de 8 a 16 cm. de largo por 4 a 6 cm. de ancho, verde brillante en el lado superior, más claros en el lado inferior. Las inflorescencias son axilares o terminales, con numerosas flores amarillentas. Las flores tienen perianto doble, con 5 sépalos verdosos y 5 pétalos muy cortos y blancuzcos. La mayoría de las flores son bisexuales.

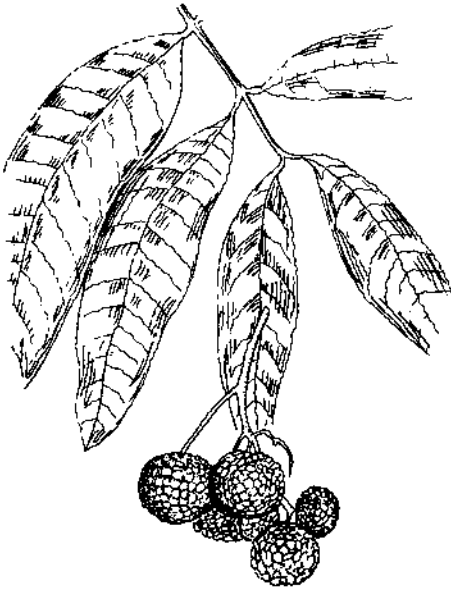


Fig. 22.8. *Euphoria longana*, longan.

El fruto del longan es un drupa esférica, de 2 a 3 cm. de diámetro. A diferencia de las dos últimas especies, el longan tiene tubérculos aplanados, que apenas si sobresalen de la superficie del fruto. La cáscara es rojiza, recortada por las estrias que separan los tubérculos. El arilo es amarillo, agrídulce y rodea una sola semilla grande de color café oscuro y de superficie brillante.

El longan se supone que sea como el lichí, un frutal de los subtropicales, pues resiste más el frío que el rambután y el pulasán. Sin embargo, crece bien en los trópicos húmedos, y da buenas cosechas a partir del tercer año después de la siembra.

LICHI, *Litchi chinensis*

El lichí (Fig. 22.9) es considerado como un frutal de los subtropicales. Se ha cultivado en China por lo menos por 40 siglos, aunque su área de origen parece ser India, o tierras más al sur de China. En los trópicos americanos es poco conocido; como los árboles de semilla tardan por lo

menos 8 años para dar la primera cosecha y como ésta es muy irregular, el lichí no se ha expandido como merece. En Centro América ejemplares aislados fructifican desde el nivel del mar hasta los 900 m. de altura. El lichí en los trópicos tiene un buen crecimiento vegetativo pero la florescencia es irregular. Aparentemente necesita un periodo de temperaturas bajas para inducir su florescencia. En Hawaii se han usado con poco éxito, varias sustancias químicas para promover la iniciación floral.

El lichí es un árbol bajo, muy ramificado, de corteza muy áspera y grisácea. Las hojas que aparecen 1 ó 2 veces al año, son cuando nuevas de color rosado; tienen de 2 a 4 pares de folíolos oblongos a lanceolados, de 4 a 12 cm. de largo por 2 a 5 cm. de ancho, duros, agudos en el ápice, verde oscuro y brillantes en la cara superior, blancuzcos en el reverso. Las flores aparecen en panículas terminales y son hermafroditas o estaminadas. En ambas es frecuente que los estambres no produzcan polen o que los pistilos no sean receptivos. Como en otras especies de Sapindáceas el perianto se reduce al cáliz verdoso o amarillento. Hay de 8 a 10 estambres. El ovario tiene 2 ó 3 celdas, de las cuales sólo una se desarrolla; termina en un estigma bifido de ramas curvas.



Fig. 22.9. *Litchi chinensis*, lichí.

La fruta es ovoide, de 3 a 4 cm. de longitud. La cáscara delgada es roja en la mayoría de los cultivares, en otros, amarilla o verde y está cubierta de tubérculos planos, a manera de escamas. El arilo es blanco, translúcido, azucarado, de sabor y aroma muy agradables. La semilla grande, oscura y brillante, se separa fácilmente del arilo.

Se conocen, especialmente en China, muchos cultivares de lichi. En los trópicos americanos el lichi tiene una producción irregular de un año a otro, como el pulasán y el rambután. En los lugares más húmedos las frutas al madurar se abren, mostrando el arilo, y como el lichi debe ser recolectado cuando está completamente maduro; esta característica es desventajosa. Gran parte del consumo de lichi se hace en forma seca; los frutos maduros se pueden almacenar en congeladores por largo tiempo.

Una especie muy afín, *Litchi philippinenses*, de carácter más tropical que la anterior, se cultiva esporádicamente en Centro América.

AKI, SESO VEGETAL, *Blighia sapida*

El akí o seso vegetal (Fig. 22.10) es originario de la costa de Guinea y fue traído a América por los esclavos africanos. En las Antillas y Centro América es plantado casi exclusivamente por los negros, en los jardines de sus viviendas.

Es un árbol hermoso, de 10 a 20 m. de alto; las hojas compuestas tienen de 4 a 10 pares de folíolos obovados a oblongos, de 4 a 12 cm. de largo por 2 a 6 cm. de ancho, con el par inferior mucho más corto. El follaje verde brillante y los frutos rojos hacen del akí un árbol muy ornamental. Las flores en racimos cortos y axilares, son pequeñas y verduscas; en el mismo racimo, se encuentran unisexuales y hermafroditas. El perianto se forma de cáliz y corola de 5 partes. Los 5 estambres son más largos que la corola. El ovario tiene 3 celdas.

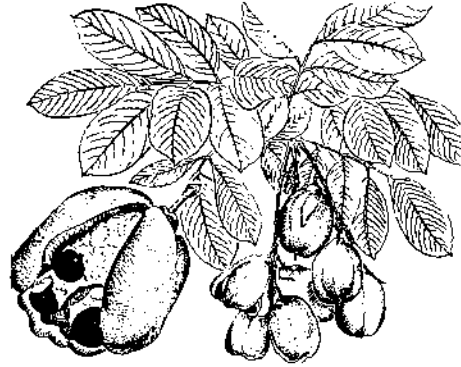


Fig. 22.10. *Blighia sapida*, akí.

El fruto del akí es una cápsula amarilla o roja brillante, de 7 a 9 cm. de largo, formada por las 3 celdas del ovario. Al llegar a la madurez se abre por el ápice, dejando al descubierto las semillas. Hay una semilla en cada celda, negra y brillante, cubierta parcialmente por un arilo carnoso, firme y amarillento, con surcos que le dan una lejana apariencia con el cerebro humano. De esta característica se deriva el nombre español de seso vegetal.

El arilo es la parte comestible. Los arilos frescos y firmes, de frutos normalmente abiertos, se comen cocinados y constituyen un alimento rico y agradable. Pero se han registrado casos de envenenamiento, con frecuencia mortales, al comer arilos no maduros o en mala condición. Los principios tóxicos contenidos en la semilla y el arilo son más abundantes antes de la maduración, y se hallan también en la membrana rosada que lo separa de la semilla, la cual debe removerse al prepararse los frutos para ser cocidos.

GUARANA, *Paullinia cupana*

La guaraná (Fig. 22.11) es una de las plantas de mayor contenido en cafeína que se conocen. Esta sustancia y alcaloides similares están concentrados especialmente en la semilla, que contiene más del 5 por ciento de cafeína, mientras que en el té ese porcentaje llega a 2,2 por ciento, a 0,8 por ciento en el café tostado y 2,2

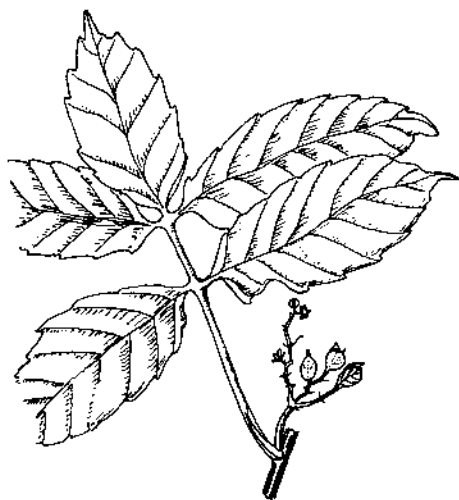


Fig. 22.11. *Paullinia cupana*, guaraná.

por ciento en el verde, y a 1,1 por ciento en el cacao. Las propiedades estimulantes de la guaraná fueron descubiertas por los indios de Brasil que la cultivan en su área de origen, la cuenca amazónica. Su exportación para productos medicinales ha sido muy irregular y el cultivo no se ha expandido a otros países.

La guaraná es una trepadora arbustiva, que en cultivo alcanza de 3 a 5 m. de alto, de tallos con 4 ó 5 surcos bien marcados. Las hojas miden de 10 a 20 cm. de largo por 4 a 10 cm. de ancho. Están compues-

tas por 5 folíolos oblongos u ovados, 4 en 2 pares opuestos y 1 terminal. Los bordes de los folíolos son sinuosos o con dientes espaciados. La inflorescencia es una panícula solitaria, terminal, que en las formas cultivadas desarrolla varios zarcillos. Las flores, pequeñas y verdosas, tienen 4 sépalos, 2 unidos y 2 libres, de diferente tamaño y forma. Los 4 pétalos oblongos, de unos 5 mm. de largo, presentan apéndices en la parte frontal y pelos finos en la base. El disco está bien desarrollado. Hay 8 ó más estambres y en las flores bisexuales un estilo largo, que se divide en 3 ramas estigmáticas.

Los frutos son cápsulas rojas, elipsoidales o esféricas, apiculadas, de 2 a 3 cm. de largo. La semilla negra y lisa, elipsoidal, de 10 a 12 mm. de longitud, tiene el arilo blanco cubriendo sólo la parte basal. Las semillas se recogen y separan del pericarpo, se les quita del arilo y se someten a torrefacción. Una vez que han adquirido una coloración bronceada, se las separa de la testa o cáscara y se muelen para elaborar una pasta. Con ella se forman cilindros que se secan ahumándolos por días en hornos especiales; el producto comercial, llamado bastones de guaraná, una vez secos se envían al mercado.

Se conocen algunas variedades cultivadas que se propagan por semillas o estacas.

MELIACEAS

En las Meliáceas predominan los árboles o arbustos de hojas pinnadas y flores en panículas. El cáliz y la corola son regulares, actinomorfos y compuestos de un número variable de 5 a 8 piezas. La característica floral distintiva es la unión de los filamentos de los estambres formando un tubo del que salen las anteras. Los frutos son cápsulas, bayas o drupas.

En esta familia se incluyen algunas de las maderas más apreciadas de los trópicos, como las caobas que se obtienen de varias especies de *Swietenia*, los cedros, *Cedrela spp.* y otras, en que la presencia de canales oleíferos les da un aroma y resistencia característicos.

En los trópicos asiáticos hay varias especies frutales; la más importante es el lansón, originario de los trópicos indomalayos, que se ha introducido a América tropical donde crece muy bien.

LANSON, LANGSAT, DUKU,
Lansium domesticum

El lanson es originario de Malasia, donde aún se encuentra en estado silvestre. Es un frutal de importancia en Filipinas, Malaya y Java. Se conocen muchas formas, tanto cultivadas como silvestres.

El lanson (Fig. 22.12) alcanza de 12 a 20 m. de alto; el follaje es compacto y hermoso. Las hojas compuestas con 3 a 5 pares de folíolos alternos, miden de 25 a 50 cm. de largo. Los folíolos son elípticos o abovados, a veces casi circulares, de 12 a 24 cm. de largo por 6 a 12 cm. de ancho. Son verdes, brillantes en la cara superior, más claros en la inferior.

Es característica de esta especie que las inflorescencias nacen en el tronco o en las ramas más gruesas. Los racimos son por lo común sencillos, de un solo eje, rara vez se ramifican y son erectos cuando están en flor. Las flores hermafroditas, muy pequeñas, miden de 3 a 5 mm. de largo. El cáliz corto y verdoso tiene 5 partes; la corola amarillenta, 5 pétalos cóncavos. Los estambres forman un tubo carnoso, con 10 anteras pequeñas; el pistilo es grueso y termina en un estigma plano.

Los frutos del lanson forman racimos compactos y pendientes. El fruto es una baya de forma muy diferente según la variedad, elipsoide a esférico, de 3 a 5 cm. de largo por 2 a 3 cm. de ancho. La cáscara dura y delgada, amarillenta en la madurez, exuda un líquido lechoso y amargo. Por eso se sumergen los frutos primero en agua caliente para coagular el látex, después de lo cual se enfrían y pueden comerse sin que pierdan sabor. El fruto contiene 5 celdas, cada una rellena por un arilo transluciente adherido a la semilla, de sabor muy agradable en los tipos cultivados, amargo en los silvestres. De las 5 celdas sólo 1 ó 2 tienen se-



Fig. 22.12. *Lansium domesticum*, lanson.

millas, de 1,5 cm. de largo por 1 cm. de ancho; las restantes presentan sólo restos de ellas, y no es raro encontrar frutos sin semillas del todo.

Se conocen muchos tipos de lanson, distinguibles sólo por la forma del fruto. La propagación de este frutal se hace corrientemente por semilla, aunque se multiplica también por injerto. En la selección de tipos superiores se buscan los de frutos lisos, porque no contienen semillas, de cáscara fina y bajo contenido de látex.

Esta especie crece bien en los trópicos bajos y húmedos, a menos de 500 m. Como las otras Meliáceas fructifica una vez al año, en un período relativamente corto. Su introducción y cultivo merecen extenderse en América tropical.

SANTOL, *Sandoricum kockjape*, un árbol de Filipinas de frutos aplanados, de 4 a 6 cm. de diámetro que tienen el epicarpo grueso y comestible. El arilo translúcido que rodea las 5 semillas es de sabor ácido y agradable. El santol se consume mucho en su país de origen, fresco o en conservas.

REFERENCIAS

- BERNARDO, F. A., JESENA, C. C. y RAMIREZ, D. A. Parthenocarpy and apomixis in *Lansium domesticum* Correa. Philippine Agriculturist 44: 415-421. 1961.
- COPELAND, H. F. Observations on the reproductive structure of *Anacardium occidentale*. Phytomorphology 11:315-325. 1961.
- FERREIRINHA, M. P. Contribução para o estudo anatómico de castanha de cajú (*Anacardium occidentale* L.) García de Orta 8:295-297. 1960.
- GANGOLLY, S. R., SINGH, R. y SINGH, D. The mango. New De'hi, Indian Council of Agricultural Research, 1957. 530 p.
- GROFF, G. W. The lychee and the longan. New York, Orange-Judd, 1921. 188 p.
- GROVE, W. R. The lychee in Florida. Florida. Department of Agriculture Bulletin no. 134. 1950. 15 p.
- JULIANO, J. B. The cause of sterility of *Spondias purpurea* Linn. Philippine Agriculturist 21: 15-24. 1932.
- _____ y CUEVAS, N. L. Floral morphology of the mango (*Mangifera indica* L.), with special reference to the Pico variety from the Philippines. Philippine Agriculturist 21:449-472. 1932.
- MILSUM, J. N. The rambutan (*Nephelium lappaceum*). World Crops 12:254-255. 1960.
- MUKHERJEE, S. K. The mango - its botany, cultivation, uses and future improvement, especially as observed in India. Economic Botany 7:130-162. 1953.
- _____ The origin of mango. Indian Journal of Horticulture 15:129-134. 1958.
- NORTHWOOD, P. J. Some observations on flowering and fruit setting in the cashew, *Anacardium occidentale*. Tropical Agriculture (Trinidad) 43:35-42. 1966.
- NUEVAS INTRODUCCIONES de plantas útiles a Costa Rica. 1. Pulasán (*Nephelium mutabile*). Suelo Tico 5:117-118. 1951.
- OCHSE, J. J. y BRINK, R. C. B. VAN DEN. Fruits and fruit culture in the Dutch East Indies. Batavia-C., Kolff, 1931. 180 p.
- PLIMMER, J. R. y SEAFORTH, C. E. The ackee: a review. Tropical Science 5:137-142. 1963.
- SCHMIDT, F. O. O guaraná, sua cultura e industria. Rio de Janeiro, Ministerio de Agricultura, 1941. 29 p.
- SCHULTES, R. E. El guaraná: su historia y su uso. Agricultura Tropical (Colombia) 11:131-140. 1945.
- SINGH, L. B. The mango, botany, cultivation and utilization. London, Leonard Hill, 1960. 438 p.
- _____ y SINGH, V. P. The fitchi. Lucknow, Superintendent of Printing and Stationary, 1954. 87 p.
- SINGH, R. N. Studies in the differentiation and development of fruit buds in mango (*Mangifera indica* L.) I. A review of literature. Horticultural Advance 2:1-8. II, Morphological and histological changes. Horticultural Advance 2:37-42. 1958.
- TKATCHENKO, B. L'anacardier. Fruits d'Outre Mer 4:199-205; 241-248; 281-287. 1949.
- WHITEHEAD, C. The rambutan, a description of the characteristics and potential of the most important varieties. Malayan Agricultural Journal 42:53-75. 1959.

BURSERACEAS. SIMARUBACEAS. RUTACEAS. AQUIFOLIACEAS.

23

BURSERACEAS

Las Burseráceas son árboles o arbustos de hojas pinnadas o trifolioladas y flores en panículas, por lo común unisexuales. Es característica de esta familia la presencia de canales de resinas o bálsamos, sobre todo en la corteza del tronco, de los cuales exudan gomas, como la mirra y el elemi.

Dos especies tropicales del Viejo Mundo del género *Canarium* dan frutos y nueces muy apreciadas: la nuez pili, y las almendras de Java. En los trópicos en que las nueces son escasas, estas especies pueden constituir, por su riqueza en aceites y proteínas, un elemento muy valioso en la alimentación.

Una tercera especie *C. album*, de Oriente, se consume sólo por el pericarpo carnoso y abundante; como en la aceituna a la cual se asemeja, la semilla es dura y no se aprovecha.

NUEZ PILI, *Canarium ovatum*

Especie originaria de Filipinas, donde tiene importancia comercial y se exportó en grandes cantidades hace algunos años. Se introdujo a los trópicos americanos y crece bien a alturas menores de 500 m.

El pili (Fig. 23.1 A) es un árbol alto, de 12 a 20 m., de crecimiento rápido. Las hojas tienen de 3 a 5 pares de folíolos opuestos y uno terminal, nuevas son de color rosado muy llamativo. Los folíolos, de 12 a 18 cm. de largo por 4 a 8 cm. de ancho, tienen los nervios hundidos, lo que les da una típica apariencia corrugada. Las inflorescencias aparecen en el extremo de

las ramas nuevas. Son panículas muy ramificadas, con flores unisexuales, amarillentas, de 1 cm. de largo. Aunque normalmente se encuentran flores de ambos sexos en la misma inflorescencia, parece haber una tendencia marcada a la unisexualidad y muchos árboles no producen frutos.

Las flores estaminadas (Fig. 23.1 B) tienen el cáliz corto, terminado en 3 dientes anchos y corola de 3 pétalos; llevan por lo común 3 estambres. Las pistiladas (Fig. 23.1 C) son más grandes, con cáliz y corola de 3 partes cada una; tienen varios estaminodios y un pistilo constituido por el ovario ovoide terminado en un es-

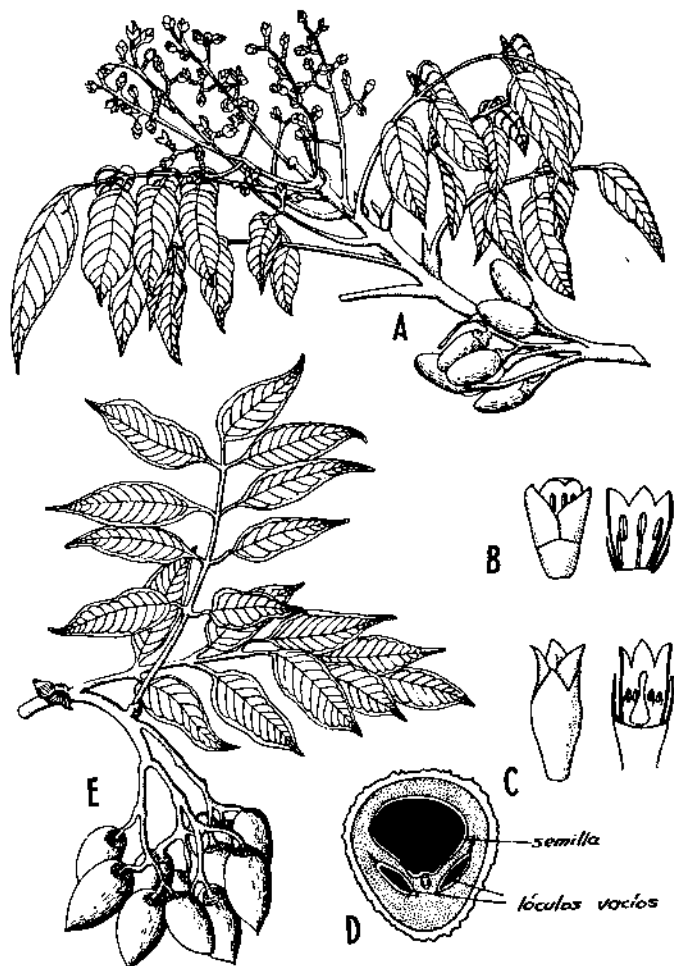


Fig. 23.1. *Canarium ovatum*, pili. A, rama. B, flor estaminada. C, flor pistilada. D, fruto, corte transversal. E, *Canarium comune*.

tilo en forma de maza. El fruto es una drupa elipsoidal, de 5 a 7 cm. de largo, con el epicarpo coriáceo, negro en la madurez; el mesocarpo carnos, es rico en aceite, y el endocarpo duro rodea por lo general una sola semilla. En esta especie el ovario tiene 3 celdas, cada una con 2 óvulos, pero la mayoría de éstos abortan y sólo una semilla se desarrolla (Fig. 23.1 D). En corte transversal la nuez es triangular, y está constituida por la cubierta dura del endocarpo y la semilla propiamente dicha; ésta mide de 3 a 4 cm. de largo y contiene cerca del 75 por ciento

de aceite y 10 a 15 por ciento de proteína; el resto está constituida por fibras, carbohidratos y agua.

Para remover la cobertura externa se acostumbra echar los frutos en agua caliente, aunque en este proceso ocurre con frecuencia que las nueces se cocinan y pierden su sabor y contenido alimenticio. El endocarpo se quiebra luego y la nuez se tuesta, adquiriendo un sabor superior al de las almendras.

Se conocen en Filipinas muchas variedades de pili, que se propagan por semilla.

CANARI, *Canarium commune*

Llamada también almendra de Java, (Fig. 23.1 E), muy afín a la anterior, pro-

duce frutos un poco más pequeños con 1 a 3 semillas. En composición y uso es similar al pili.

SIMARUBACEAS

Las Simarubáceas son arbustos o árboles de hojas pinnadas, sin glándulas de aceite, con principios amargos en la cáscara y madera. Sus flores pequeñas, regulares, son generalmente unisexuales.

En los trópicos, donde son muy abundantes, las Simarubáceas tienen algunas especies que se utilizan por los principios amargos, medicinales; tales son *Quassia amara* y *Picrasma excelsa*. Un árbol de Centro América, el aceituno, *Simaruba glauca*, se cultiva por el aceite de las semillas.

ACEITUNO, *Simaruba glauca*

El aceituno (Fig. 23.2) crece naturalmente desde Florida a Costa Rica y en las Antillas Mayores. Es un árbol de copa esférica y hermoso follaje, por el color verde oscuro y la superficie brillante de las hojas. Estas se componen de 10 a 20 folíolos elípticos, asimétricos, de 6 a 9 cm. de largo por 2 cm. de ancho. Esta especie es polígamo dioica, habiendo árboles con sólo flores pistiladas; otros con sólo flores estaminadas, y en tercer lugar andromonoicos,

o sea con flores hermafroditas y estaminadas en diferentes inflorescencias de la misma planta.

Las inflorescencias son panículas de muchas flores pequeñas, con 4 a 6 sépalos y pétalos, aunque por lo común sólo hay 5. En las flores estaminadas hay 10 estambres. En las pistiladas un estilo de 5 partes, que aparecen bien definidas en otras tantas ramas estigmáticas. En las hermafroditas hay 10 estambres y el pistilo es corto y poco ramificado.



Fig. 23.2. *Simaruba glauca*, aceituno.

El fruto es semejante al del olivo, de donde se deriva su nombre común. Es una drupa elipsoidal, de 2 a 2,5 cm. de largo, verde o morada en la madurez, con la pulpa o mesocarpo delgado y el endocarpo fino y quebradizo. La semilla, de 15 mm. de largo por 7 mm. de diámetro, contiene alrededor del 60 por ciento de aceite, que se utiliza tanto en la alimentación humana como en la industria, y la torta como fuente de proteína en la alimentación animal. Las semillas crudas son muy venenosas.

El aceituno se ha cultivado formalmente en El Salvador, donde se han seleccionado árboles superiores por su rendimiento, los cuales se han propagado vegetativamente.

RUTACEAS

La familia de las Rutáceas incluye especies arbóreas de hojas simples o compuestas; flores con 4 ó 5 sépalos y pétalos, numerosos estambres y pistilo con ovario de muchas celdas. Es característica la presencia de glándulas de aceite en el follaje, flores y frutos, las cuales en las hojas se advierten a trasluz como puntos más claros.

La utilidad principal de esta familia está en las especies frutales, particularmente del género *Citrus* y sus afines; en un género americano: *Casimiroa*, y de dos asiáticos: *Aegle* y *Clausena*.

CITRUS

Origen

El género *Citrus* es originario de los trópicos y subtropicos del este de Asia y del archipiélago indomalayo, región en la cual se encuentran aún numerosas especies silvestres. Sin embargo, ninguna de las especies cultivadas es conocida en estado verdaderamente silvestre, pues los *Citrus* como los bananos, son un producto de una domesticación antigua y una larga selección por el hombre. Los antecesores de los cultivares actuales eran plantas del bosque cuyas semillas se plantaron cerca de las viviendas. El hombre primitivo las seleccionó buscando los tipos de pulpa más gruesa y azucarada y de cáscara fina y aromática.

Los *Citrus* se extendieron por el resto del mundo conforme avanzaban las conquistas o descubrimientos. El cidro fue el primer *Citrus* conocido en Europa, traído por los soldados de Alejandro y se expandió en el primer siglo después de Cristo. No se utilizó como fruta, sino por su aroma y como repelente de las polillas. Como los conos de cedro se usaban con el mismo propósito, se supone que el nombre *Citrus* se deriva de kedros. El limón llegó a Europa en el siglo tercero, y se aclimató bien en los países del Mediterráneo; la palabra *limum* de la cual se deriva el nombre actual, fue introducida por los árabes y se originó en India o China. La naranja agria se conoció en Europa en el siglo noveno o décimo, traída por los árabes; naranja se deriva del árabe nareng. La naranja dulce llegó en el siglo XIV, traída a Italia desde el Cer-

cano Oriente, y en la época de los descubrimientos a Portugal desde India. En el siglo pasado se introdujeron de Oriente las mandarinas y frutas afines. El pumelo parece ser originario del archipiélago malayo y su introducción es aún más reciente. En cuanto a la "grapefruit" su origen es aún menos conocido; se supone que se originó en Jamaica como una mutación del pumelo.

El hombre al traer del bosque y sembrar cerca de sus viviendas a los antecesores de los *Citrus* actualmente cultivados, no sólo realizó una selección intencional, sino que al colocar juntos tipos diferentes, indujo la formación de híbridos. Estos pudieron sobrevivir en muchos casos debido a la reproducción apomítica, que es muy corriente en *Citrus*. En este proceso se desarrollan varios embriones de cada óvulo, los cuales por no ser resultado de la fecundación, reproducen al crecer los caracteres del árbol madre. La única excepción a este proceso es el pumelo, *Citrus grandis*, en que todos los embriones son gaméticos.

Sistemática

La clasificación en especies de los principales *Citrus* cultivados aún no está definida. La más corriente, basada en estudios realizados en California, reconoce 8 especies básicas en cultivo: *Citrus medica*, cidro; *C. limon*, limón agrio; *C. aurantifolia*, que recibe en América tropical el mismo nombre común de la anterior; *C. aurantium*, naranja agria; *C. sinensis*, na-

ranja dulce; *C. reticulata*, mandarina; *C. grandis*, pumelo; *C. paradisi*, pampelmusa o grapefruit.

Las diferencias entre las 8 especies básicas citadas, pueden establecerse así:

1. Hay 2 especies con flores hermafroditas y estaminadas, con ovarios abortados: son el cidro, *C. medica*, y el limonero, *C. limón*. Pueden diferenciarse entre ellas porque la primera tiene hojas con pecíolos sencillos, mientras que en la segunda son alados.

2. Las 6 especies restantes tienen flores generalmente perfectas y pueden dividirse en dos grupos: a) con cáscara suelta como la mandarina, *C. reticulata*; y b) con cáscara firmemente adherida a la pulpa, como el limón agrio, *C. aurantifolia*; naranjo dulce, *C. sinensis*; naranjo agrio, *C. aurantium*; grapefruit, *C. paradisi*, y pumelo, *C. grandis*. Este segundo grupo puede separarse en dos: (1) pumelo y grapefruit, de frutos grandes, generalmente de más de 10 cm. de diámetro. Las diferencias entre grapefruit y pumelo no son muy claras; la primera tiene frutos más pequeños, de 9 a 12 cm. de diámetro, mientras que en el pumelo miden de 10 a 17 cm.;

las hojas y tallos nuevos de la primera son lisos, las del pumelo pubescentes; los pecíolos de la grapefruit tienen alas desarrolladas, pero en el pumelo son mucho más anchas; (2) tres especies de frutos más pequeños, de menos de 10 cm. de diámetro: limón agrio, *C. aurantifolia*; naranjo dulce, *C. sinensis*; y naranjo agrio, *C. aurantium*. El primero tiene frutos pequeños, de 3 a 6 cm. de diámetro, con pulpa verdosa. Los dos naranjos son de frutos de diámetro mayor de 6 cm. Se distinguen entre sí por el color y textura de la cáscara, que es amarillorrojiza y áspera en el naranjo agrio, anaranjada y lisa en el dulce; por el sabor de la pulpa; por tener el naranjo agrio los pecíolos más alados, y en otros caracteres menores.

La clasificación anterior no es aceptada por completo. Se ha objetado, por ejemplo, que la grapefruit y el pumelo se consideran como especies separadas, cuando en realidad son muy vecinas, mientras que en *C. reticulata* se incluyen plantas tan diferentes como la mandarina, la satsuma y otras.

Hay además muchos híbridos entre géneros, especies y variedades, algunos de ellos de importancia comercial.

NARANJO DULCE, *Citrus sinensis*

Origen

Posiblemente el naranjo (Fig. 23.3 A) es originario de Asam e Indochina, donde aún se encuentran tipos muy primitivos en las selvas. Tuvo una expansión amplia en Asia, pero a Europa no llegó hasta el siglo XIV. Las variedades o cultivares modernos se han obtenido de mutaciones. Algunas introducciones originales, como 'Valencia', no parecen haber cambiado desde que se conocen y son mantenidas por su alta calidad.

Morfología general

Las especies comerciales de *Citrus* tienen aspecto morfológico y estructura ana-

tómica muy similar. En el naranjo dulce el tronco central es cilíndrico y se ramifica desde la parte inferior. En los *Citrus*, las ramas son con frecuencia aplanadas en vez de cilíndricas; esto se observa claramente en las ramillas verdes, pero es frecuente encontrar aún ramas viejas cuyo corte transversal no es circular sino excéntrico, con el mayor crecimiento hacia la parte inferior.

Estructura del tronco y las ramas

En las ramillas jóvenes la epidermis se forma de una capa de células engrosadas en su lado externo. Conforme crece la rama se forma una peridermis, compuesta

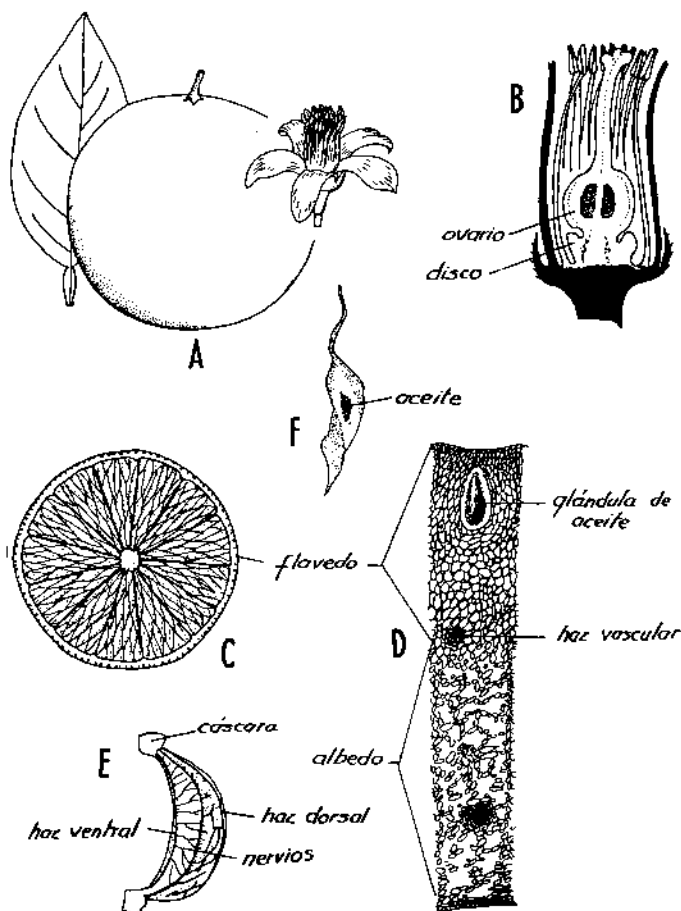


Fig. 23.3. *Citrus sinensis*, naranjo dulce. A, hoja y fruta. B, flor. C, corte transversal de la fruta. D, estructura del pericarpo. E, distribución de los haces vasculares en la fruta. F, vesícula.

de varias capas de células corchosas, muertas, que se originan de un felógeno. Las primeras áreas en cambiar de color verde a grisáceo son las lenticelas que rodean a los estomas, que se levantan y forman tejidos secos de tono más claro; luego se suberiza toda la superficie exterior de la ramilla.

Los tejidos corticales en el naranjo se forman de parénquima, que contiene en los estratos externos gran cantidad de células verdes, ricas en cloroplastos. Es frecuente encontrar en ramas viejas tejidos verdes que aún quedan debajo de la cáscara gruesa. También son frecuentes en la corteza de los *Citrus* las células con masas grandes de oxalato de calcio. El periciclo contiene fibras aisladas en las ra-

mas jóvenes y formando un cilindro continuo en las viejas. El floema en los tallos o ramas desarrolladas se compone de capas circulares alternas de fibras, que aparecen más oscuras, y bandas más claras de parénquima con tubos cribosos y células anexas. El cambium es con frecuencia excéntrico, es decir, que en una rama produce más crecimiento hacia la parte inferior, por lo que resulta aplanada en sentido vertical. El xilema o madera es blanco y compacto, anillado o uniforme en los tallos y ramas viejas. Se compone principalmente de fibras; en el corte transversal las tráqueas o tubos conductores se presentan como poros que se distribuyen uniformemente. Los rayos que salen del centro y llegan hasta el cambium, son muy delgados y espaciados.

Espinas

Casi todos los naranjos y otros cítricos tienen espinas más abundantes y desarrolladas en el crecimiento nuevo. Crecen en las axilas de las hojas, al mismo tiempo que éstas. Son en realidad ramas laterales que no se desarrollan. Esto se puede ver en el caso de algunas espinas vigorosas que llegan a formar hojas y hasta flores. A la par de ellas están las yemas, de las que se desarrollarán después las verdaderas ramillas laterales.

Hojas

Las hojas del naranja son simples, con el pecíolo alado. Esto se interpreta como la reducción de una hoja trifoliolada a un solo folíolo terminal; en varios géneros vecinos, como en *Poncirus*, las hojas son folioladas. La lámina es oval a elíptica, de 5 a 15 cm. de largo por 3 a 9 cm. de ancho. El ápice puede ser agudo o recortado; el borde irregular y más claro.

La estructura de la hoja en el naranja y otros cítricos muestra que la epidermis superior tiene paredes externas gruesas y duras, lo que da a la lámina un aspecto brillante. El mesófilo se compone de dos capas de células en empalizada entre las cuales, especialmente en la superior, hay células mayores que contienen cristales de oxalato de calcio suspendidos de las paredes. Lo más importante en esta área es la formación de cavidades llenas de aceites, que resultan de la secreción de varias células cuyas paredes finalmente se disuelven y forman una sola cavidad. Estos depósitos de aceites se pueden ver a simple vista como puntos más claros sobre el fondo verde del lado inferior de la hoja. Los aceites de las hojas de *Citrus* pueden extraerse mecánicamente y constituyen un producto de importancia comercial.

Flores

Las flores de los *Citrus* aparecen en gran abundancia en racimos axilares o ter-

minales. En la flor individual (Fig. 23.3 B) el cáliz tiene forma de copa en la base, y termina en 5 sépalos erectos y verdosos cuya cara externa está cubierta de numerosas glándulas de aceite, semejantes a las que se hallan en las hojas. El resto de la flor emerge de un receptáculo carnoso, del cual salen de 3 a 5 pétalos blancos, rectos en la parte inferior, curvos hacia afuera en la superior; como en los sépalos hay glándulas de aceite en la cara externa, mientras que en la interior los tejidos superficiales son suaves y cubiertos de pelos carnosos. Los estambres, de 20 a 25 en 4 ó 5 series, salen de un disco común; los filamentos son delgados y terminan en anteras de 4 sacos. Es común en cultivares de naranja dulce que haya malformación de polen o que éste no se forme del todo. El ovario elipsoidal al principio, contiene unas 10 celdas, cada una con muchos óvulos. El estilo es grueso, cilíndrico y termina en un estigma globoso; en éste se abren canales que recorren el estilo y lo comunican con cada una de las celdas del ovario.

Fruto

El fruto de los cítricos es un tipo especial de baya, el hesperidio (Fig. 23.3 C). El epicarpo y mesocarpo forman la cáscara de la naranja, en la cual se distinguen dos zonas: una externa coloreada y más compacta, llamada flavedo, y otra interna, blanca y esponjosa, el albedo (Fig. 23.3 D). El primero está constituido por el epicarpo propiamente dicho; se forma de epidermis, cuyas paredes externas muy gruesas tienen numerosos estomas y debajo de la cual se encuentra la hipodermis, compuesta de células de clorénquima, amarillas, ricas en cloroplastos; por último hay una gruesa capa de parénquima acuoso. Lo más notable en el flavedo son las glándulas de aceite muy desarrolladas, que aparecen en la superficie de la fruta como puntos redondos, más oscuros y hundidos. Estas glándulas tienen un origen y estructura semejantes a las que se encuentran en las hojas (Fig. 23.3 E).

El mesocarpo interno o albedo, es el tejido blanco y esponjoso de la cáscara; las células que lo componen son de paredes delgadas y dejan entre ellas muchos espacios vacíos. Estos tejidos blancos se prolongan hacia el interior de la fruta y forman tabiques que separan los carpelos o gajos de la naranja y que se unen al centro de la fruta con el eje vertical que parte del pedúnculo. Los tabiques en el naranja son delgados y firmes; en la mandarina llegan casi a desaparecer por completo y dejan los carpelos fácilmente separables, y en los pumelos y grapefruit son más gruesos y permanentes. Los tejidos suaves y esponjosos del centro (Fig. 23.3 E) están atravesados por los haces vasculares internos. En la parte del mesocarpo que se adhieren a los gajos están los haces vasculares externos. Hay dos principales, uno que recorre longitudinalmente la parte dorsal de cada gajo, en su área más prominente y otro en la depresión que separa cada gajo del próximo. Estos dos haces se ramifican profusamente, tanto en las paredes de los gajos como hacia la cáscara de la fruta.

El endocarpo es la pulpa de la naranja. Se compone de unos 10 carpelos o gajos, cada uno con su pared propia de vesículas transparentes (Fig. 23.3 F), fusiformes, fijadas a las paredes por una base delgada y fuerte. Estas vesículas las constituyen muchas células de paredes finas, llenas de jugo azucarado y cromatóforos amarillos que les dan color. Al centro de cada vesícula hay una glándula llena de aceite.

Una anomalía en algunos naranjos es la formación de una segunda serie de carpelos, que forman una naranjita en la parte apical de la fruta y que aparece al exterior como un ombligo. Tal caso ocurre regularmente en la 'Washington Navel' o 'Bahía' y en otros cultivares.

Polinización

Los insectos son agentes de polinización en el naranja y otros cítricos. Visitan las flores en busca de néctar, atraídos por el

color de los pétalos o el aroma. Por lo tanto, la polinización cruzada es frecuente. En el naranja dulce, sin embargo, el pistilo es receptivo cuando el polen está maduro, y sin la intervención de insectos se ha comprobado que las flores pueden fertilizarse normalmente.

Fecundación y poliembriónica

El grano de polen depositado por los insectos en el estigma crece en forma de tubo, baja por uno de los canales estigmáticos hasta el ovario y al llegar a un óvulo descarga 1 de sus 2 núcleos, el cual forma con el núcleo del saco embrional un embrión normal o gamético, del cual se desarrollará una planta que hereda los caracteres de ambos padres. Puede suceder sin embargo, que al mismo tiempo que se forma el embrión normal, de los tejidos nucelares que rodean el saco embrional se desarrollen uno o más embriones. Estos embriones nucelares se han formado de tejidos maternos sin la intervención del polen, y por lo tanto tienen la misma constitución genética de la planta madre a la cual al desarrollarse se asemejarán en todos sus caracteres. La presencia del grano de polen en el óvulo no es estrictamente necesaria para la formación de embriones nucelares, pero en la mayoría de los casos parece inducir su desarrollo. Es corriente que los embriones nucelares al desarrollarse, eliminen al embrión normal. Esta forma de reproducción tiene importancia particularmente en el caso de los híbridos, que son muy frecuentes en *Citrus*, y que pueden seguir reproduciéndose apomícticamente por este medio.

Semilla

Las semillas del naranja son elipsoidales, aplanadas, con un extremo terminado en un pico irregular. La testa es blanca, dura, surcada longitudinalmente y debajo de ella queda una membrana fina que rodea el embrión o embriones. Cuando

hay varios, sólo los más grandes llegan a formar plántulas. En cada embrión hay 2 cotiledones blancos, por lo común de diferente tamaño y forma.

Esterilidad

La carencia de semillas en las frutas de varios cultivares de naranja dulce y otros *Citrus*, es un carácter de mucho valor comercial, determinado en primer lugar, por factores hereditarios, y en menor grado por fuerzas ambientales. Puede deberse, como en la 'Washington Navel', a mala formación de polen; en otros cultivares a degeneración del óvulo. Por lo común la esterilidad no es absoluta y un cultivar estéril puede producir semillas de vez en cuando. Además de ser una característica favorable del punto de vista del consumo, la esterilidad obliga a reproducir vegetativamente un cultivar y mantenerlo así uniforme. Al mismo tiempo limita la posibilidad de utilizar la hibridación en su mejoramiento.

Variabilidad

Es bien conocido que muchos cultivares de naranja y otros cítricos dan en su descendencia plantas diferentes del árbol madre. La mayoría de ellas no se conservan, por su escaso valor económico. Estas nuevas formas pueden deberse a hibridación o a mutaciones génicas. El primer caso puede ocurrir rara vez, pues la regla es que las flores del naranja se autofecunden. Es evidente, sin embargo, que en esta especie y otros congéneres hubo mucha hibridación en las condiciones primitivas del cultivo.

Las mutaciones génicas juegan un papel importante en la formación de nuevos tipos de cítricos, cuya reproducción por embriones nucelares permite mantener inalteradas esas nuevas variantes. Sin embargo, las mutaciones de mayor valor en *Citrus* se presentan en las yemas vegetativas. De éstas se obtienen por injerto,

nuevos cultivares, como en el caso ya citado de la naranja sin semillas, 'Washington Navel', que apareció en Brasil como una rama diferente de un árbol normal.

Se sabe que existen diferencias notables en la descendencia vegetativa de un mismo cultivar y aún entre las ramas de un mismo árbol, de modo que el uso indiscriminado de yemas para injerto puede dar, como ocurre con frecuencia, árboles de muy diferentes características. Algunos de ellos pueden ser de fructificación muy baja, aunque se deriven de yemas obtenidas en una rama de producción excepcional. También puede suceder que un árbol injertado produzca frutos de pulpa más seca o de diferente tamaño del árbol de que se tomó la púa. Hay otras variaciones como las que afectan la forma y color de las hojas, presencia de espinas y otras características. Sólo el estudio detallado y la experiencia pueden indicar en cítricos la calidad de las yemas que produce un árbol o rama.

Por último, se presentan quimeras de injertos, que resultan de brotes que salen de la zona en que se juntan los tejidos de dos especies diferentes: naranja dulce y agria, por ejemplo. En estos brotes hay zonas de tejidos distintos en los tallos, hojas y hasta en los frutos.

Cultivares

Los cultivares o variedades del naranja dulce no se han clasificado en su totalidad. Sólo hay clasificaciones regionales, para California, Egipto, Argentina y otros países. Muchos de los nombres son duplicados y otros se usan incorrectamente. La formación de variantes por mutaciones de yema crea de continuo nuevos cultivares.

El naranja más común en América Latina pertenece al grupo 'Valencia'. Además se plantan 'Hamlin', 'Selecta', 'Jaffa' 'Bahianinha' y varios otros de frutos redondos. Entre las naranjas de ombligo la más frecuente es 'Washington Navel', que con más propiedad se debería denominar 'Bahía'. Son casi desconocidas en América

tropical las llamadas naranjas de sangre, que se caracterizan por tener la pulpa

roja, las cuales dan un jugo de color muy atrayente.

NARANJO AGRIO, *Citrus aurantium*

El naranjo agrio es muy afín al dulce, y a veces se considera que forman una sola especie. Aparte de las diferencias morfológicas señaladas antes, la estructura del fruto, tipo de aceites, resistencia a enfermedades y otras características son muy distintas en las dos especies.

El naranjo agrio es posiblemente originario del Sureste de Asia, y llegó a Europa en el siglo XI, traído por los árabes, y se le consideró más como una planta medicinal. En el siglo pasado se descubrió su resistencia a la gomosis y se propagó como patrón para injertos de naranjo dulce, limón y otros cítricos. En los trópicos americanos la fruta se usa principalmente en la preparación de refrescos.

Morfología general

El naranjo agrio (Fig. 23.4) es un árbol hasta de 10 m. de alto, de ramas espinosas. Los peciolos tienen alas bien desarrolladas, de 1 a 2 cm. de ancho; la longitud del peciolo varía de 2 a 3 cm. La lámina es ovada, ancha o angosta en la base, muy amplia en el ápice. Las flores pueden ser hermafroditas o estaminadas. Los frutos esféricos o aplastados, tienen el ápice y la base hundidos. La cáscara

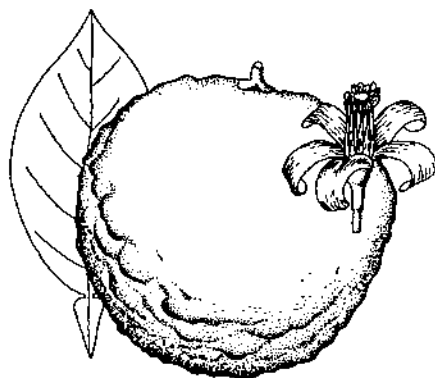


Fig. 23.4 *Citrus aurantium*, naranja agria.

es rugosa en la parte externa, gruesa y de color anaranjado rojizo en la madurez. La pulpa amarillenta, ácida, contiene 10 a 12 celdas cada una con muchas semillas. El centro de la pulpa es hueco en los frutos maduros.

Variabilidad

En América tropical los naranjos agrios presentan una variación escasa: 'Brasileña' es superior por el tamaño y calidad de la fruta. Ciertos cultivares europeos, 'Bergamota', se usan para extraer aceite de las cáscaras de las frutas.

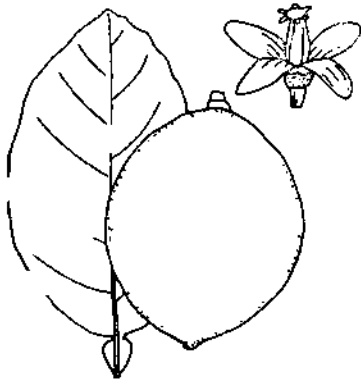
LIMÓN AGRIO, *Citrus aurantifolia*

El limón agrio es posiblemente originario de la región indomalaya. En América tropical ha tenido una amplia distribución. El nombre de limón agrio se aplica también en esa área a otra especie, *C. limon*.

Morfología general

El limonero es un árbol bajo, hasta de 5 m. de alto, muy ramificado, con ramas

espinosas (Fig. 23.5). Las hojas tienen peciolos cortos y alados. La lámina ovada a oblonga, de bordes crenulados, mide de 5 a 7 cm. de largo. Las flores son pequeñas, blancas en el botón (en *C. limon* los botones son morados). El cáliz y la corola se forman de 4 a 5 partes cada uno, predominando el primer número. Los estambres son numerosos, de 20 a 25; el ovario tiene de 9 a 12 celdas. El fruto es por lo general pequeño, de 2 a 5 cm. de largo

Fig. 23.5. *Citrus aurantifolia*, limón agrio.

por 2 a 3 cm. de diámetro, ovoideo o casi esférico en los cultivares más corrientes en América tropical. Es muy frecuente que el ápice de la fruta termine en una protuberancia o mamelón. La cáscara es delgada, amarillo verdosa en la madurez y se adhiere firmemente a la pulpa que es verdosa y muy ácida. Las semillas son pequeñas y numerosas.

El cultivar más corriente en América tropical es el llamado 'Mexicano', de fruto pequeño y esférico. 'Tahiti' tiene frutos alargados de 5 a 7 cm. de largo y sin semillas.

LIMON DULCE

Los limones dulces son frutas muy populares en América tropical, aún cuando no han llegado a tener la importancia comercial de las naranjas o limones ácidos. Su posición sistemática no es clara y como no son importantes en las regiones productoras de *Citrus* en la zona templada, no se han estudiado con cuidado. Hay varios criterios sobre su identificación. Según unos son formas de pulpa dulce de *C. aurantifolia* y de *C. limon*. Según otros se pueden considerar como dos especies: *C. limetta*, del Mediterráneo, caracteri-

zada por tener en el ápice del fruto una aréola bien amplia, plana, de la que se levanta un pezón duro; de ella se obtiene el aceite de limeta, y es más afín a *C. limonia*. La otra especie es *C. limettioides*, posiblemente de India, que carece de la aréola y pezón de la especie anterior cuya cáscara no contiene aceite; es más afín a *C. aurantifolia*. Las relaciones entre estas dos entidades no son claras. Por otra parte la pérdida de acidez se presenta de vez en cuando en todos los cítricos y puede deberse a una sola mutación génica.

LIMON AGRIO, *Citrus limon* (*C. limonia*)

Esta especie parece ser originaria de China, y su introducción a Europa fue contemporánea del naranjo agrio. Se usó primero como medicinal, pero el uso moderno más difundido es la preparación de bebidas refrescantes. No está tan distribuido en los trópicos americanos como *C. aurantifolia*.

Morfología general

El limón (Fig. 23.6) es un árbol bajo, espinoso, de hojas nuevas rojizas. Los pecíolos son alados, con alas angostas. La

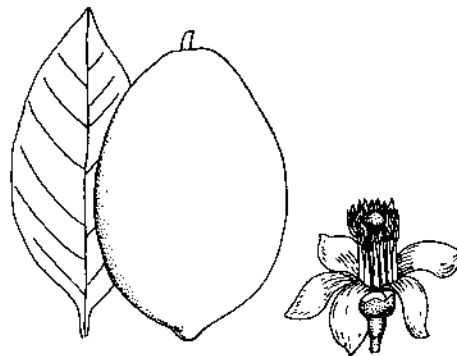
Fig. 23.6. *Citrus limon*, limón agrio.

lámina oblonga a ovada, mide de 6 a 12 cm. de largo, es más grande que en *C. aurantifolia*, y tiene los bordes aserrados o crenados. Las flores rojizas en el botón, tienen de 4 a 5 sépalos. Los 5 pétalos son blancos con los bordes rosados; hay de 20 a 40 estambres. El ovario se divide en 8 a 10 celdas. El fruto es ovoideo, con una protuberancia o mamelón terminal bien desarrollado; mide de 6 a 12 cm. de largo

por 4 a 6 cm. de diámetro. La cáscara es gruesa, algo irregular, amarilla clara en la madurez; la pulpa es amarilla, compacta y ácida.

Los cultivares que se hallan en los trópicos americanos fueron introducidos de Europa o de Estados Unidos; los más corrientes son 'Lisboa', 'Eureka', 'Mesina' y 'Ponderosa'.

GRAPEFRUIT, TORONJA, *Citrus paradisi*

Esta especie se originó en las Antillas, posiblemente como una mutación del pomelo. Los nombres castellanos de toronja y pampelmusa se aplican sin discriminación a ambas especies. Aunque lo mismo ocurre con el nombre pomelo, este último se usa más para *C. grandis*.

Morfología general

El árbol de grapefruit es muy ramificado, con las ramas tiernas espinosas (Fig. 23.7). Las hojas tienen pecíolos alados y láminas ovadas, lisas (en el pomelo hay alguna pubescencia), de 5 a 18 cm. de largo por 4 a 12 cm. de ancho. Las flores son blancas o cremas, con 5 sépalos y 5 pétalos. Los frutos esféricos, aplanados o en forma de pera, crecen por lo común en racimos; miden de 8 a 15 cm. de largo por 8 a 13 cm. de diámetro; la cáscara es delgada o gruesa, suave, amarillo verdosa en la madurez; la pulpa es suave, amarilla, roja en algunos cultivares; las semillas blancas, poliembriónicas.

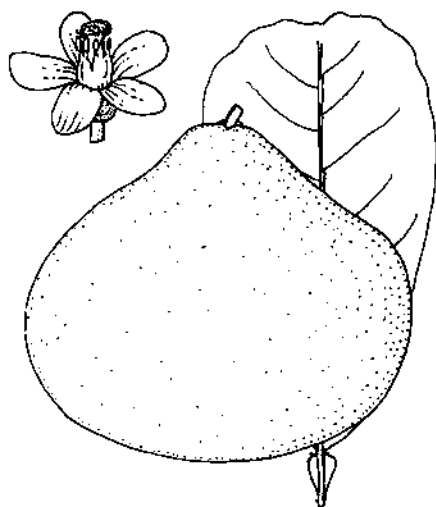


Fig. 23.7. *Citrus paradisi*, toronja.

Se conocen muchos cultivares de grapefruit, algunos con la parte interna de la cáscara de color blanco y la pulpa amarilla, como 'Duncan' y 'Marsh'; otras con la parte interna de la cáscara y la pulpa rosadas o rojas, como 'Thompson'.

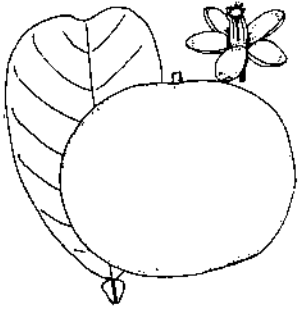
PUMELO, TORONJA, *Citrus grandis*

El pomelo es originario del archipiélago indomalayo. Como la especie anterior su distribución y aceptación en América tropical es menor que la de las otras frutas cítricas.

Morfología general

El pomelo es un árbol alto, espinoso, de ramas nuevas pubescentes. Las hojas tie-

nen pecíolos de alas muy anchas (Fig. 23.8) y láminas grandes, de 6 a 20 cm. de largo, ovales o elípticas, agudas al ápice, anchas en la base, con el nervio central y laterales a menudo pubescentes. Las flores tienen 5 sépalos, 5 pétalos, y de 20 a 40 estambres. Los frutos son esféricos o piriformes, de 12 a 30 cm. de largo por 10 a 30 cm. de diámetro, de cáscara

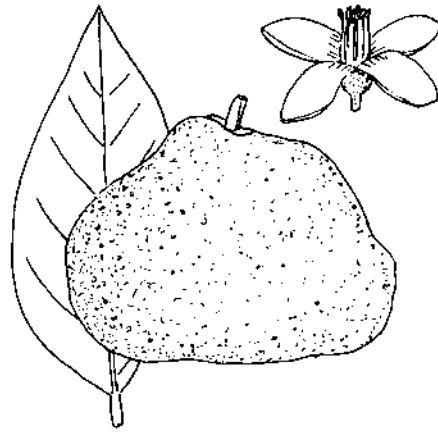
Fig. 23.8. *Citrus grandis*, grapefruit.

muy gruesa, de 1,5 cm. de ancho y suave; la pulpa es sólida, amarillenta o rojiza; las semillas amarillentas, monoembrionicas.

Se conocen numerosos cultivares de pomelo, sobre todo en los trópicos de Asia y Oceanía. Se distinguen los tipos de Java por sus frutos esféricos y aplanados; los de Asam tienen frutos piriformes. Los mejores cultivares provienen de Siam, como 'Kas Pan' y 'Thong Dee'.

MANDARINA, *Citrus reticulata*

Bajo *C. reticulata* (Fig. 23.9) algunos especialistas agrupan tipos muy variados, a los que otros asignan categorías específicas. Incluye las verdaderas mandarinas, originarias posiblemente de China y Japón, de cultivo muy antiguo; la naranja king (*C. nobilis*) que hoy se cree que es un híbrido entre mandarina y naranjo dulce; las tangerinas (*C. deliciosa*), de los países del Mediterráneo y otros. Todas ellas se caracterizan por tener flores solitarias o en grupos pequeños; frutos de cáscara intensamente coloreada y suelta, y semillas redondas con embriones verdes.

Fig. 23.9. *Citrus nobilis*, mandarina.

Morfología general

Las mandarinas son árboles hasta de 8 m. de alto, de ramificación abundante y compacta, por lo común sin espinas. Las hojas con pecíolos de alas angostas, a veces marginados, tienen láminas ovadas a elípticas, de 3 a 4 cm. de largo por 2 a 4 cm. de ancho, verde brillantes, con el borde aserrado o crenado. Las flores, por lo común solitarias o en racimos de 2 a 4, tienen 5 sépalos y 5 pétalos y de 20 a 24 estambres. Los frutos aplanados, oblatos, de 4 a 8 cm. de diámetro, presentan la

base hundida o prominente y el ápice hundido; la cáscara es suelta, rugosa, delgada, fragante, amarillo rojiza en la madurez, claramente separada de la pulpa, que es jugosa, amarillo rojiza y la cual tiene de 10 a 15 segmentos. Las semillas son grises, poliembriónicas, con embriones verdes.

Incluye grupos como 'Satsuma', 'Mandarinas', 'Tangerinas' y otras, cada uno con numerosos cultivares. Se han obtenido varios híbridos entre ellos, así como con otras especies.

CIDRO, *Citrus medica*

El cidro fue el primer cítrico que se conoció en Europa. En los trópicos americanos es escaso y de poca importancia; se usa especialmente en la preparación de dulces.

Morfología general

El cidro (Fig. 23.10) es un árbol bajo, hasta de 4 m. de alto, de ramificación escasa e irregular. Las ramas tienen espinas fuertes. Los pecíolos por lo general carecen de alas. La lámina es oblonga a ova-da, de 6 a 18 cm. de largo por 4 a 8 cm. de ancho, con el borde aserrado. Las flores grandes, hermafroditas o estaminadas, rosadas en el botón, tienen 5 sépalos y 5 pétalos y de 30 a 40 estambres.

El fruto grande, elipsoidal a ovoide, de 6 a 22 cm. de largo, tiene el ápice bien desarrollado, con los restos persistentes del estilo; la cáscara es gruesa, rugosa,

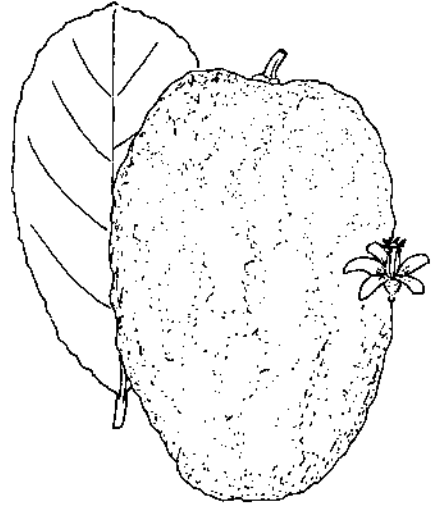


Fig. 23.10. *Citrus medica*, cidro.

amarilla en la madurez; la pulpa verdosa, dura, acidula o dulce.

Se conocen pocas variedades.

LIMÓN RUGOSO, *Citrus jambhiri*

El limón rugoso (Fig. 23.11) se utiliza como patrón para injertar otros cítricos. Es un árbol alto y muy ramificado, provisto de abundantes espinas. Los frutos elipsoidales son de cáscara dura y rugosa, amarilla, y de pulpa escasa y ácida. Posiblemente es originario de India; algunos suponen que sea un híbrido entre limón y cidro.

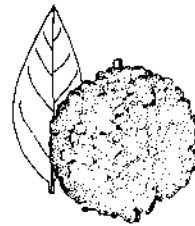


Fig. 23.11. *Citrus jambhiri*, limón rugoso.

HIBRIDOS INTERESPECIFICOS

Hay numerosos híbridos interespecíficos entre los *Citrus*, naturales o artificiales, entre ellos:

Tangelos, *C. reticulata* x *C. paradisi*. Frutos del tamaño de naranja dulce, de sabor muy agradable. Se obtuvieron en Estados Unidos mediante polinizaciones controladas; también aparecieron en

Oriente como resultado de cruces accidentales.

Tangor, *C. reticulata* x *C. sinensis*. Híbrido artificial hecho en Estados Unidos. Se supone que de los mismos tipos parentales se deriva la naranja 'King', considerada por algunos como una mandarina.

Rangpur, *C. aurantifolia* x *C. reticulata*. Este cultivar da frutos agrios, que se usan como los limones.

Lemandarinas, *C. limon* x *C. reticulata*. Obtenidos en Estados Unidos; escasamente cultivados.

Kumquat, *Fortunella* spp. El género *Fortunella* es muy afín a *Citrus*. Los frutos de estas especies son pequeños y se comen enteros sin quitarles la cáscara, frescos o preparados en dulces.

Nagami, *Fortunella margarita*, de frutos ovoboides de 3 a 5 cm. de largo, y 2 a 2,5 cm. de diámetro, de cáscara anaranjada, delgada, y pulpa amarilla y acidula.

Marumi, *F. japonica*. Frutos esféricos o achatados, de 2,5 a 3 cm. de diámetro.

Se conocen varios híbridos entre *Citrus* y *Fortunella*: **LIMEQUAT** derivado del cruce de limón agrio, *Citrus aurantifolia* x *Fortunella japonica*. **CITRANGEQUAT**,

híbridos trigenéricos, entre citrange, *Poncirus trifoliata* x *Citrus sinensis* cruzado con kumquat, *Fortunella margarita*. Son plantas vigorosas, de frutos de sabor agradable. Se conocen otros híbridos trigenéricos diferentes según los cultivares de las tres especies utilizadas en los cruces.

Calamondinas. Se supone que sean híbridos entre mandarina y un kumquat, posiblemente *F. margarita*; son de frutos ácidos y se les usa principalmente como patrones para injertos.

Naranja de tres folíolos, *Poncirus trifoliata*. Esta especie originaria de China, se distingue por tener hojas con 3 folíolos. Los frutos esféricos o piriformes, de 3 a 5 cm. de diámetro y cáscara gruesa, se usan para preparar dulces. En patrones de esta especie se injertan las satsumas de Japón.

Se ha cruzado con naranja dulce, dando híbridos llamados **CITRANGES**, de hojas trifolioladas y frutos más parecidos a naranjas.

ZAPOTE BLANCO, MATASANO, *Casimiroa* spp.

Origen y sistemática

En el género americano *Casimiroa* hay tres especies de frutos comestibles: *C. edulis*, que se halla de México a Costa Rica y se ha introducido a Sur América, Florida, Filipinas y Sur de Europa; se caracteriza por tener hojas con 5 folíolos lisos. *C. zapote*, de México a Nicaragua, es por lo común de hojas trifolioladas, lisas, más pequeñas que en la especie anterior. *C. tetrameria*, de México a Colombia, se diferencia de *C. edulis* por tener hojas más grandes, con pubescencia blanca en el reverso; los frutos también mayores y de superficie más irregular. Es posible que estudios detallados de variación reduzcan estas tres especies a una sola.

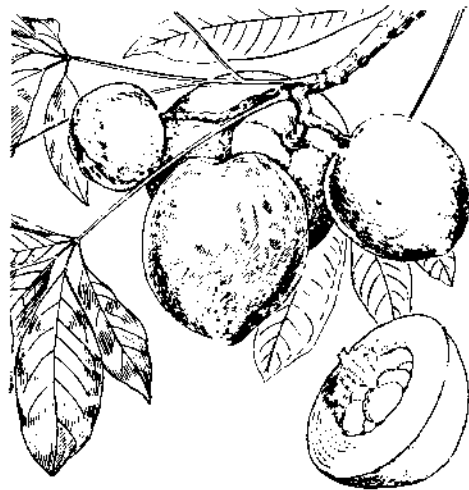


Fig. 23.12. *Casimiroa edulis*, matasano.

Morfología general

Las *Casimiroa* (Fig. 23.12) son árboles altos hasta de 20 m.; de hojas con 3 a 5 folíolos cuyo lado superior es verde brillante, el inferior más claro, liso o pubescente. Las flores hermafroditas nacen en panículas axilares o terminales, y tienen por lo general 4 a 5 sépalos y pétalos. Los frutos son esféricos o alargados, de 6 a 8 cm. de diámetro en *C. edulis*, de 8 a 10 cm. en *C. tetrameria*. La cáscara es suave, lisa en la primera especie, rugosa en la segunda, no comestible. La pulpa

amarillenta con partes duras en *C. tetrameria*, es acidula o amarga, y en algunos cultivares tiene un sabor resinoso. En *C. edulis* la pulpa es muy nutritiva por su buen contenido de vitamina C y de proteínas. Hay de 1 a 5 semillas ovales o elípticas. Estas semillas se han usado en México, desde los tiempos prehispánicos, para inducir el sueño, pues contienen varios alcaloides y se han empleado también como insecticidas.

Se conocen muchas variedades de *Casimiroas*; en Florida y California cultivares superiores se propagan por injerto.

UAMPI, *Clausena lansium*

El uampi es un frutal de poca importancia, originario de China, poco conocido en América tropical.

Es un árbol bajo, de hojas de 5 a 11 folíolos delgados y asimétricos. Las flores pequeñas aparecen en racimos terminales y tienen 5 sépalos, 5 pétalos y 10 estambres.

Los frutos esféricos o ligeramente elipsoidales, de 1,5 a 2,5 cm. de largo, tienen cáscara delgada, amarillo verdosa, con numerosos puntos salientes más oscuros y 5 líneas longitudinales más claras. La pulpa es amarillenta, acuosa y acidula.

Se conocen tanto variedades de frutos ácidos como dulces; las primeras son las más frecuentes en América tropical.

BAEL, *Aegle marmelos*

Frutal originario de India, donde se le cultiva ampliamente. Es un árbol bajo, sin espinas en la mayoría de las variedades cultivadas, con hojas trifolioladas. Las flores tienen el cáliz pequeño, 4 pétalos blancos, numerosos estambres y ovario cónico

terminado en un estigma redondo.

El fruto es ovoide, de 8 a 10 cm. de largo, liso verdoso, de cáscara dura. Contiene de 10 a 12 gajos, que forman una pulpa dulce y aromática. Se come crudo o en jalea.

AQUIFOLIACEAS

MATE, *Ilex paraguariensis*

Las hojas del mate contienen alrededor del 1 por ciento de cafeína y se han utilizado para la preparación de una bebida estimulante, semejante al te.

El mate crece en las áreas subtropicales del hemisferio Sur de América y su cultivo apenas sobrepasa el trópico de Capricornio. No se ha extendido a otros conti-

nentes, aunque el producto elaborado tiene un consumo reducido fuera de su área original.

El mate en la selva es un árbol bajo, de copa densa. En cultivo se reduce por la poda a una planta baja, de tallos múltiples. Las hojas alternas, ovales, verde oscuras, miden de 5 a 12 cm. de largo por

2 a 8 cm. de ancho, y tienen los bordes aserrados.

Las flores aparecen en cimas axilares. El cáliz compuesto de 4 sépalos unidos, permanece adherido al fruto. Los 4 ó 5 pétalos blancos, están ligeramente unidos

por la base. Las flores son polígamo dioicas, con 4 ó más estambres y gineceo de 3 carpelos. El fruto es una drupa, roja o casi negra en la madurez, con varias semillas.

Se conocen varios tipos de mate, que se clasifican por la forma de las hojas.

REFERENCIAS

- ARMOUR, R. P. Investigations on *Simaruba glauca* Dc. in El Salvador. *Economic Botany* 13:41-66. 1959.
- BARTHOLOMEW, E. T. y REED, H. S. Citrus morphology and physiology. In Webber, H. J. et al., eds. *The citrus industry*. Berkeley, University of California Press, 1943. v. 1, pp. 669-717.
- GONZALEZ-SICILIA DE JUAN, E. El cultivo de los agricos. Madrid, Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, 1960. 806 p.
- GRONDONA, E. M. Historia de la yerba mate (*Ilex paraguariensis*). *Revista Argentina de Agronomía* 20:68-95. 1953.
- HUME, H. H. Citrus fruits. New York, Macmillan, 1957. 444 p.
- MARTINEZ, M. Las *Casimiroas* de México y Centro América. *Anales del Instituto de Biología de México* 21:25-81. 1951.
- MORTON, J. F. The drug aspects of the white sapotes. *Economic Botany* 16:288-294. 1962.
- PORTER, H. R. Mate - South American or Paraguay tea. *Economic Botany* 4:37-51. 1950.
- SWINGLE, W. T. Botany of citrus and other species in *Aurantioideae*. In Webber, H. J. et al., eds. *The citrus industry*. Berkeley, University of California Press, 1943. v. 1, pp. 129-174.
- TANAKA, T. The taxonomy and nomenclature of *Rutaceae - Aurantiolidae*. *Blumea* 2:101-110. 1936.
- _____. The origin and dispersal of citrus fruits, having their centre of origin in India. *Indian Journal of Horticulture* 15:101-114. 1958.
- WEBBER, H. J. Citrus development, introduction, climatic limitations, and commercial regions. Kinds and varieties. In _____ et al., eds. *The citrus industry*. Berkeley, University of California Press, 1943. v. 1, pp. 1-27, 475-668.
- _____. et al., eds. *The citrus industry*. Berkeley, University of California Press, 1943-1950. 3 vols.

URTICACEAS

Las familias del orden de las Urticales: Urticáceas, Cannabináceas y Moráceas, contienen varias especies cultivadas por las fibras comerciales que se obtienen de la corteza de los tallos; se llaman fibras suaves, liberianas, o de floema. Son cordones de células de paredes gruesas y extremos agudos, que se ensamblan unas en otras constituyendo cuerpos poligonales muy delgados y largos. En corte transversal aparecen como grupos de 2 hasta 20 ó más células, de paredes engrosadas por los depósitos sucesivos de celulosa y con el centro o lumen muy reducido y vacío.

RAMIO, *Boehmeria nivea*

El ramio produce una de las mejores fibras vegetales; en propiedades físicas y resistencia al deterioro es comparable al cáñamo y al yute. Su cultivo, sin embargo, no se ha desarrollado en las áreas tropicales por razones económicas y técnicas: la necesidad de desgomar la fibra, operación que no se requiere en otras fibrosas; alto costo de producción; usos limitados, en los que tiene la competencia de las fibras sintéticas.

El ramio se ha expandido por los trópicos americanos y en muchas áreas se propaga como maleza. Se le emplea en la alimentación animal: las raíces tuberosas para comida de cerdos, y las hojas y tallos nuevos, de alto contenido de proteína, en la alimentación de vacunos.

Origen y sistemática

El cultivo del ramio como planta fibrosa es muy antiguo en el Sureste de Asia, especialmente en China e India. Se reconocen 2 grupos de cultivares: el primero, de hojas blancas en el reverso, llamado *nivea* o chino, procede de la región más norteña del área natural de distribución. El segundo, de hojas verdes por ambos lados y crecimiento más vigoroso, se le considera como una especie diferente, *B. utilis*, o como una variedad, *tenacissima*, de *B. nivea*; es una planta más tropical que la primera. Se diferencian en la forma de la hoja; en las formas típicas de *B. nivea* la base de la misma es obtusa, en cambio es cordada en *tenacissima*. Además hay diferencias cromosomales: *B. nivea* tiene 28 cromosomas, mientras que la va-

riedad *tenacissima* tiene $2n=24$. Se ha indicado también que esta última puede ser un híbrido entre el ramio y otra especie silvestre de *Boehmeria*.

Morfología general

El ramio (Fig. 24.1 A) es una planta perenne, con una cepa subterránea permanente, que sobresale del suelo y alcanza varios decímetros de diámetro en las plantas viejas, constituida por una masa irregular de raíces tuberosas impropia-mente llamadas rizomas.

Los vástagos aéreos que constituyen la parte comercial, son cilíndricos, sin ramificaciones, de 1 a 2,5 m. de altura por 1 a 2 cm. de diámetro. Las hojas alternas, ovadas, con el ápice largamente acuminado, de bordes dentados, miden de 5 a 15 cm. de ancho; están cubiertas de pelos blancos en la cara inferior en la variedad *nivea*.

Estructura del tallo. Fibras.

El tallo joven del ramio en corte transversal presenta primero la epidermis, con

paredes externas muy gruesas y numerosos pelos unicelulares. En los vástagos maduros (Fig. 24.1 B) la epidermis ha desaparecido, y es reemplazada por una peridermis, formada por 4 a 6 estratos de células secas. Debajo de la peridermis hay una zona continua de colénquima, seguida por otra de parénquima que contiene muchos cristales y granos de almidón. Esta capa, de 3 a 5 células de espesor, rodea al cilindro de fibras, formado por células poligonales, de paredes muy gruesas cuya longitud, de 10 a 25 mm., es mucho mayor que las otras fibras. Según la edad de la planta hay de 3 a 6 filas de células en el cilindro de fibras, que no es sólido, sino que está interrumpido irregularmente por masas de parénquima, en que se encuentran los otros tejidos del floema. El centro del tallo está ocupado por la madera o xilema y por una médula muy desarrollada.

El tejido de parénquima que rodea la zona de fibras contiene gomas que se adhieren fuertemente a las paredes de éstas. Para removerlas y dejar la fibra limpia es necesario someterla a procesos de lavado, mecánicos o químicos, que son costosos y delicados.

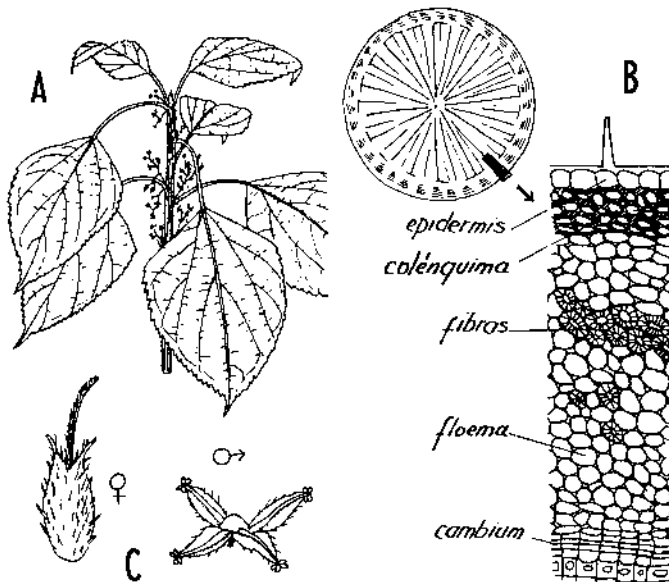


Fig. 24.1. *Boehmeria nivea*. A, porte. B, corte transversal del tallo. C, flores.

Inflorescencias

Las inflorescencias son panículas axilares, que brotan de los nudos superiores de los vástagos, con flores en glomérulos (Fig. 24.1 C). En la zona florífera, la cual incluye unos 40 nudos, las inflorescencias de la parte superior sólo tienen flores pistiladas que se distinguen por su mayor tamaño. En la zona inmediata inferior hay panículas con flores tanto estaminadas como pistiladas, en ramas o glomérulos separados. Por último, en la parte inferior, sólo hay panículas de flores estaminadas, las cuales tienen el perianto verdoso, amarillento o rosado, con 3 a 5 sépalos y otros tantos estambres. El perianto de las flores

pistiladas es tubular y piloso y se divide en 2 a 4 dientes; es verde, amarillo o rojo claro según la variedad; el ovario unicelular termina en un estilo largo con pelos en un solo lado.

El fruto es un aquenio, con muchas semillas ovaladas, de 1 mm. de ancho.

Se conocen numerosos cultivares de ramio, tanto de la variedad blanca o común, como de *tenacissima*. Se propagan vegetativamente, aunque también dan semillas fértiles, de bajo porcentaje de germinación.

En los trópicos la utilidad del ramio como forrajera es posiblemente de mayor promesa que como fibrosa.

MORACEAS

Las Moráceas son plantas ricas en látex. Este producto se explota comercialmente en varias especies de *Castilla* y *Ficus*. Otras Moráceas se utilizan por sus "frutos", en realidad receptáculos carnosos abundantes en almidones o azúcares, como en el higo y el árbol de pan.

FRUTALES

ARBOL DE PAN, *Artocarpus altilis* (*A. comunis*)

El árbol de pan (Fig. 24.2 A) por la forma esférica de la copa y las características del follaje, es una de las plantas más hermosas de los trópicos.

Suple uno de los "frutos" de apariencia y estructura más llamativas, que se utiliza más bien como verdura, cocinado o asado. Por su alto contenido en carbohidratos es un alimento energético de primer orden, superior a la papa y al camote. Es más rico en calcio que la primera, deficiente en proteínas (1 al 2 por ciento), de buen contenido en tiamina y riboflavina, muy bajo en provitamina A. Como alimento total, la fruta de pan es superior al pan blanco corriente.

Origen y dispersión

Las especies de *Artocarpus* son originarias de la región indomalaya. Su disper-

sión fue hecha especialmente por los polinesios, quienes la llevaron hasta Hawái y a las otras islas tropicales que poblaron. A América se trajeron plantas jóvenes por el Capitán Bligh, famoso por el motín a bordo de su velero *Bounty*, en 1792. En este continente no ha alcanzado el papel preponderante que ocupa en la alimentación en Oceanía, debido a su propagación difícil y a la competencia de otros alimentos farináceos.

En Polinesia se originaron varios tipos sin semillas que han sido propagados vegetativamente desde tiempo inmemorial, y se consideran por su uso más como verdura que como fruta; prácticamente son los únicos que se conocen en la sección oriental de Polinesia. Los tipos con semillas, más comunes hacia la parte occidental de esa región y en el sureste de Asia, se consumen a veces crudos y las semillas o almendras se comen cocinadas o asadas.

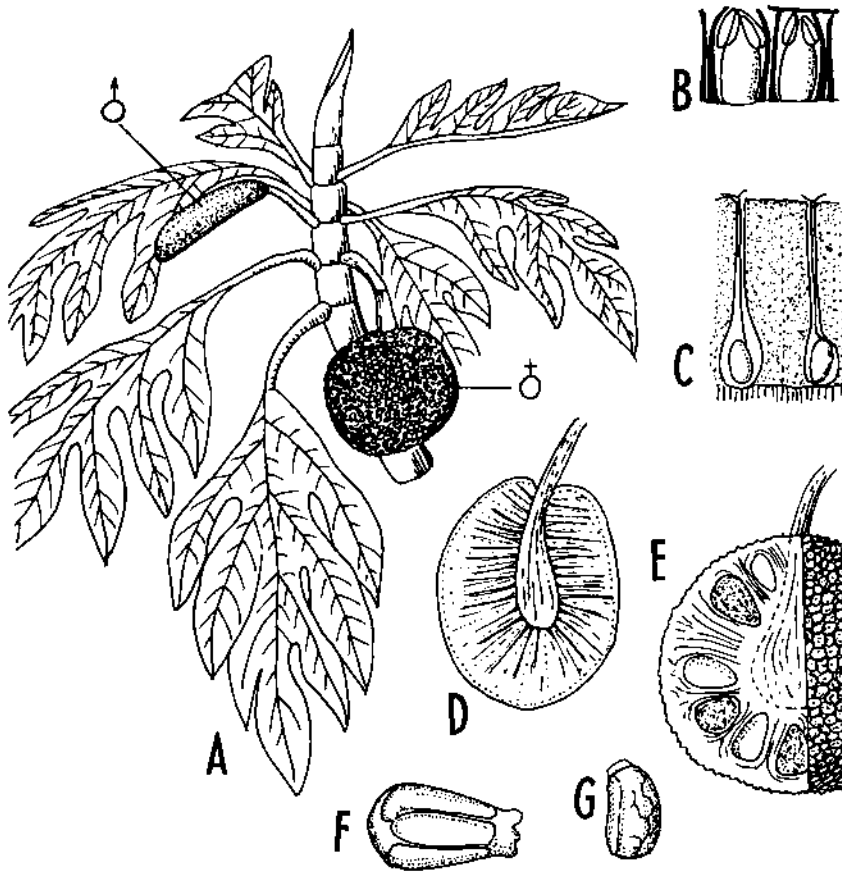


Fig. 24.2. *Artocarpus altilis*, árbol de pan. A, porte. B, flor estaminada. C, flor pistilada. D, fruta sin semillas. E, fruta con semillas. F, fruto. G, semilla.

Morfología general

El árbol de pan tiene el tronco corto y regularmente ramificado. En todas sus partes son abundantes los canales de látex. Las hojas se concentran en ramillas terminales. Son deciduas y se renuevan continuamente; están protegidas antes de abrirse, por una estipula grande, aguda y blancuzca, hasta de 20 cm. de largo, que se desprende al abrirse la hoja dejando una marca permanente en la ramilla (Fig. 24.2 A). Las hojas tienen una forma general que varía de oval a elíptica, miden de 20 a 60 cm. de largo por 10 a 30 cm. de ancho. La lámina está profundamente recortada, especialmente hacia la parte central, formando pares de lóbulos angostos, de ápice agudo. La base y la parte

apical son menos recortadas. La textura de la hoja es fuerte y su superficie áspera. El color en la cara superior es verde brillante, más claro y opaco en la inferior.

Las inflorescencias salen de las axilas de las hojas en las ramillas terminales. El eje o receptáculo, que es la continuación del pedúnculo, lleva muchas flores unisexuales. La inflorescencia estaminada tiene forma de maza, a menudo curva, de 15 a 30 cm. de largo por 3 a 5 cm. de diámetro, con un pedúnculo grueso, de 4 a 6 cm. de longitud. Contiene centenares de flores amarillentas (Fig. 24.2 B), soldadas, constituidas por un perianto tubular que lleva en el ápice un estambre con 2 anteras dobles.

La inflorescencia pistilada es esférica, con el eje más corto. El receptáculo contiene centenares de flores (Fig. 24.2 C), cuyo perianto está soldado en la parte media, dejando una cavidad ocupada por el ovario, que contiene sólo un óvulo. El estilo sale lateralmente, se abre paso por un canal y se divide afuera en 2 ramas estigmáticas. Cada flor pistilada aparece en la superficie como un cono diminuto, de cuyo centro salen los estigmas. En algunos cultivares los ovarios forman "semillas", realmente frutos; en otros como en la fruta de pan, no se desarrollan del todo.

Fruto

Lo que se llama corrientemente fruta en las Moráceas, es una estructura compuesta de los tejidos del receptáculo, que por lo general ocupa el mayor volumen, y de los frutos individuales unidos (Fig. 24.2 D).

En el higo el receptáculo forma la parte externa, se cierra sobre sí mismo y deja una cavidad interior en la que se hallan las flores. En la fruta de pan (Fig. 24.2 D) el receptáculo es central, pues constituye la prolongación del pedúnculo y alrededor de él hay centenares de carpelos. Puede compararse con una piña, cuyo eje central no se separa claramente de las frutas individuales y éstas también se unen entre sí. En las variedades de árbol de pan con semillas, es decir con frutos (Fig. 24.2 E), éstos ocupan gran parte del volumen.

La superficie externa de la fruta de pan está recubierta de placas poligonales, cada una correspondiente a una flor, lisas y amarillentas en la madurez. La sección externa del fruto se forma de una capa de células de paredes gruesas, debajo de la cual sigue una zona en que se unen completamente las flores individuales. El tejido básico de esta sección es parénquima, cargado de almidón y recorrido por fibras muy finas y tubos de látex. La zona siguiente contiene la base de las flo-

res, en las cuales hay por lo común cavidades longitudinales correspondientes a los ovarios, dispuestas en sentido radial, vacías en las frutas de pan, ocupadas por los frutos en los cultivares con "semilla". Esta zona representa las partes de las flores que no se han fusionado completamente. Por último el receptáculo central formado de parénquima contiene numerosos haces vasculares que se dirigen hacia las flores individuales.

El fruto verdadero (Fig. 24.2 F) es lo que se conoce como la semilla o castaña, y está rodeado por una cobertura formada de pericarpo y arilo. La semilla propiamente dicha (Fig. 24.2 G) se compone de 2 cotiledones y el hipocótilo; carece de endosperma. Contiene cerca del 8 por ciento de proteína; en minerales, calcio, fósforo, hierro y niacina es muy superior a la verdadera castaña; es inferior en aceite y riboflavina y similar en tiamina.

Variabilidad

El carácter más importante de esta especie es la presencia o ausencia de "semillas". Los numerosos clones que carecen de ellas se propagan por brotes de raíz, que se inducen haciendo cortes en raíces superficiales, de las que se desarrollan vástagos aéreos. Una vez desarrollados estos vástagos, se cortan y trasplantan; por este método las pérdidas son numerosas. En los procedimientos modernos las estacas de raíz se colocan inclinadas en cajas con arena húmeda, con la parte más próxima al tronco hacia arriba. El árbol de pan también se propaga por estacas de tallo enraizadas y por acodos.

La mayor riqueza en cultivares se encuentra en Polinesia. Difieren en la forma de la fruta, que puede variar desde completamente esférica a casi cilíndrica; por su color externo, verde, castaño o purpúreo; por el color de la pulpa, blanca o amarillenta, y la mayor o menor cantidad de fibra. Las variaciones en la fruta están asociadas a formas muy distintas de las hojas. Hay también tipos tardíos o

tempraneros y de diferentes cualidades culinarias.

Los árboles con "semilla", llamados castaños en América tropical, presentan variación similar. Son más altos y fuertes que los cultivares sin semilla. Algunos de ellos, como 'Mijiwan' de las islas Marshall, sólo tiene 10 a 15 semillas por fruta.

JACA, *Artocarpus heterophyllus* (*A. integrifolia*)

La jaca (Fig. 24.3) se utiliza en los trópicos tanto por la pulpa de la fruta que se come cruda, cocinada o en dulces, como por las semillas. En Brasil es especialmente importante y se le prepara en formas muy diversas; en ese país se la ha utilizado también en la alimentación del ganado.

Origen y dispersión

La jaca es originaria de India y su cultivo se extendió al inicio de la era cristiana hacia Africa y siglos más tarde al archipiélago indomalayo. Fue traída por los Portugueses a Brasil en el siglo XVI; los esclavos negros, que ya conocían su uso en Africa, la propagaron en ese país y en las Antillas.

Morfología general

La jaca es un árbol de copa irregular, que alcanza hasta 20 m. de alto. El tronco cilíndrico es muy ramificado; la corteza contiene numerosos canales de látex resinoso. Como en el árbol de pan, el tronco y ramas presentan nudos bien marcados por las cicatrices de las estípulas, que son más cortas y anchas que en aquella especie. Las hojas alternas tienen pecíolos cilíndricos, de 2 a 5 cm. de largo, pilosos, con un surco en la parte superior.

La lámina es entera, ovada a elíptica, de 8 a 24 cm. de largo por 4 a 12 cm. de ancho, aunque es común en las plantas

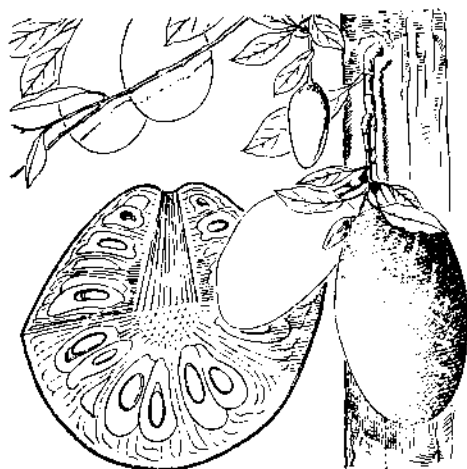


Fig. 24.3. *Artocarpus integrifolia*, jaca.

jóvenes encontrar hojas trilobadas y de mayor tamaño. Como en el árbol de pan, el lado superior de la lámina es verde, oscuro y brillante.

Las inflorescencias estaminadas aparecen al final de las ramillas, en las axilas de las hojas; tienen forma de maza, de 10 a 20 cm. de largo. El receptáculo a continuación del pecíolo, sostiene centenares de flores que forman una masa compacta. Cada flor tiene un perianto tubular, dividido en dos en su parte superior, amarillento y pubescente en el lado externo, que encierra un solo estambre.

Las inflorescencias pistiladas, a diferencia del árbol de pan, no están situadas en las ramas terminales, sino en ramitas especiales, que brotan del tronco o de las ramas más viejas. Estas ramitas floríferas tienen hojas y pueden llevar más de un fruto. La inflorescencia es elipsoidal u obovoide. La flor se forma de un perianto carnoso, unido hacia la mitad con las flores vecinas, libre arriba; el ovario se prolonga en un estilo largo, que termina en un estigma sencillo y curvo.

Fruto

La jaca es posiblemente la fruta de mayor tamaño. No es raro encontrar ejem-

plares que pesan de 40 a 50 libras y de casi 1 m. de longitud. Al igual que en el árbol de pan es una estructura compuesta del eje o receptáculo y de numerosos carpelos unidos. La superficie está cubierta de prominencias duras y coriáceas, cada una correspondiente a un carpelo. Debajo de la epidermis hay un tejido parenquimático con haces de fibras y canales laticíferos. En la zona siguiente se encuentran las semillas o verdaderos frutos, y en ella hay cavidades longitudinales estrechas, que corresponden a la base de las flores individuales que no se fecundaron. El receptáculo se forma de haces vasculares, numerosos y suaves, y de fibras rodeadas de parénquima.

Variabilidad

Se conocen más de 50 cultivares de jaca que se agrupan en dos clases: de frutos duros y compactos, muy superiores en calidad, y de frutos suaves. Se propagan por semilla, la cual tiene un período corto de viabilidad. También se pueden obtener por brotes de raíz o por injertos sobre patrones de la misma especie.

CHAMPEDAK, *Artocarpus champenden*

Con este nombre se conoce un conjunto de cultivares que posiblemente pertenecen a *A. heterophyllus*, del cual se distinguen por sus frutos menores, de pulpa

amarilla y sabor más agradable y aromático. Las partes nuevas son más pubescentes que en la jaca, pero las diferencias en esos caracteres y en el fruto no parecen justificar que se le considere como una especie diferente.

MARANG, *Artocarpus odoratissima*

Similar al árbol de pan, con frutos de muchas semillas; se utiliza en Filipinas por la pulpa, blanca y agridulce, superior a la jaca.

UVILLA, *Pouroma cecropaeifolia*

Entre las Moráceas americanas no hay frutales de valor comparable a los *Artocarpus* asiáticos.

La uvilla, *Pouroma cecropaeifolia* y otros congéneres del Amazonas, dan grandes racimos de frutas individuales, que en su color y estructura tienen algún parecido con las uvas. Las *Pouromas* son árboles de las selvas húmedas y bajas, de troncos delgados y esbeltos, con una corona de hojas muy grandes, palmeadas, de color verde grisáceo en el lado inferior. Las frutas aparecen en racimos sueltos y son elipsoidales, de 2 a 4 cm. de largo por 1 a 2 cm. de ancho, de pericarpo violáceo y carnoso. La pulpa amarillenta es agridulce y envuelve a una semilla plana. No se le cultiva, sino que se colecta de árboles silvestres o de los que se han dejado al limpiar la selva.

LATICIFERAS

HULE, *Castilla elastica* y otras especies

Los árboles del género *Castilla* fueron posiblemente los primeros que se utilizaron para obtener caucho. Crecen en toda América tropical, y a comienzos de este siglo fueron introducidos a África y Asia, donde se hicieron plantaciones co-

merciales. Sin embargo, esas explotaciones no resistieron la competencia del *Hevea brasiliensis* y fueron abandonadas. En Centro América aún quedan pequeñas plantaciones y se obtiene el caucho de los árboles silvestres.

Los *Castilla* son árboles altos, de ramificación dimorfa, con vástagos erectos verticales, y ramas horizontales floríferas.

En todas sus partes hay abundantes canales de látex. Las hojas oblongas, de 20 a 40 cm. de largo por 5 a 15 cm. de ancho, de base cordada y ápice agudo, cuelgan de las ramillas laterales. Las inflorescencias tienen receptáculos planos, carnosos, en que se insertan numerosas flores. A la madurez los "frutos" son amarillos en el exterior, rojos en la parte interna, con muchas "semillas" negras.

Los *Castilla* producen una calidad inferior de caucho. No muestran la capacidad de recuperación de tejidos que hace posible la explotación permanente de *Hevea*. Esto se debe a la presencia de numerosas fi-

bras en la parte interna del floema, que no permiten un corte limpio y uniforme. Además la calidad del látex es muy variable, pues difiere mucho de una población a otra.

CAUCHO DE INDIA, *Ficus elastica*

Esta especie de India se cultivó a comienzos de este siglo, pero al igual que *Castilla* no pudo competir con la producción de *Hevea*. Es de bajo rendimiento y el látex contiene resinas, que lo hacen perder elasticidad después de cierto tiempo.

REFERENCIAS

- CHEVALIER, A. L'arbre à pain et ses congénères. Revue Internationale de Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropicale 20:25-38. 1940.
- RAJAGOPALAN, T. S. Select references on jack (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) South Indian Horticulture 2:154-155. 1954.
- RABECHAULT, H. La ramie. Etudes morphologique et taxonomique en vue de la sélection. Paris, Desseaux, 1951. 137 p.
- SAMBAMURTY, K. y RAMALINGAM, V. Preliminary studies in blossom biology of the jack (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) and pollination effects. Indian Journal of Horticulture 11:24-29. 1954.
- VLASSOV, S. Espèces alimentaires du genre *Artocarpus*. 1. *Artocarpus integrifolia*. Memoirs du Institute Colonial Belge 4:1-80. 1936.
- WILDER, G. P. The breadfruit in Tahiti. Honolulu, Bernice P. Bishop Museum, Bulletin no. 50. 1928. 83 p.

LEGUMINOSAS: PAPILIONACEAS. CESALPINACEAS. MIMOSACEAS.

25

LEGUMINOSAS

Las Leguminosas son después de las Gramíneas, las plantas más útiles al hombre. Forman un grupo relativamente primitivo, de formas y estructuras muy variadas, que ofrecen productos útiles de la más diversa naturaleza. Como la misma especie puede utilizarse en varias formas, una clasificación basada en el uso, resulta muy confusa.

1. Las Leguminosas son las plantas productoras de proteínas por excelencia; estos elementos nutritivos se concentran especialmente en las hojas y en las semillas. En este último caso constituyen las menestras o leguminosas de grano, domesticadas por el hombre en todas las civilizaciones desde las culturas más primitivas. Entre ellas hay géneros tropicales en la tribu de las Faseoleas, de gran importancia económica. Otras menestras originarias de zonas templadas se cultivan en las tierras altas de los trópicos, como los garbanzos, lentejas, habas, guisantes.

2. El alto contenido de proteína en los tallos y hojas hace de las Leguminosas un elemento básico en la alimentación animal. En los climas templados las pra-

deras artificiales están constituidas por mezclas de Gramíneas y Leguminosas herbáceas. En los trópicos esta práctica no ha tenido éxito, pero las Leguminosas arbóreas ofrecen una alternativa digna de explorarse.

Por otra parte la poca importancia de la ganadería en los trópicos en los tiempos primitivos, no obligó al hombre a domesticar y manejar las Leguminosas por su valor forrajero. Ha sido hasta en épocas recientes en que algunas de ellas, como el kudzu tropical, frijol terciopelo y otras, han alcanzado alguna importancia, y puede decirse que ésta se ha derivado del uso de dichas especies en zonas extratropicales. Muchas de las Leguminosas pratenses son originarias de las zonas templadas y sólo se siembran en los trópicos

en las tierras frías, como la alfalfa, tréboles, altramuces.

3. El uso de las Leguminosas para mejorar el suelo fue descubierto por civilizaciones primitivas, en forma independiente en los dos hemisferios. En el Viejo Mundo la práctica de alternar cultivos de cereales con Leguminosas ha sido decisiva en mantener y mejorar la fertilidad del suelo. La adición de nitrógeno al terreno fijado por los nódulos de las Leguminosas, fue explicada hasta fines del siglo XVIII, pero ese efecto era conocido desde la antigüedad.

4. Una variación de la utilización anterior es el uso de árboles leguminosos para sombrear ciertos cultivos perennes. Esta práctica fue establecida en América en el cultivo del cacao en épocas prehistóricas, y se expandió después a cultivos introducidos, como el café. Aunque su acción reduce el rendimiento, ayuda en cambio a conservar el suelo y a mantener su fertilidad.

5. La concentración de aceites en las semillas de varias especies da lugar a una utilización de valor comercial de primer orden. La presencia de almidones en las semillas constituye otro factor para su utilización.

6. Hay numerosas Leguminosas frutales en los trópicos, aunque ninguna de ellas tiene importancia primaria. Las partes utilizables son los tejidos internos del fruto, que nunca alcanzan gran volumen, los arilos y semillas.

7. Ciertas Leguminosas tropicales y subtropicales se utilizan por sus propiedades curtientes. Aún no han llegado a establecerse en cultivo formal, pero la explotación de plantas silvestres es muy intensa en las Américas. Algo similar ocurre con las especies tintóreas.

8. Las semillas y principalmente las raíces de algunas especies, contienen sus-

tancias venenosas que el hombre primitivo utilizó como barbasco (veneno para peces) y en la actualidad se usan como insecticidas de propiedades especiales.

9. Varias especies tropicales exudan en la corteza gomas y resinas (copal, bálsamo) de uso industrial o medicinal. Materiales parecidos se hallan también en algunas semillas.

10. Entre las Leguminosas están algunos de los árboles y arbustos de más valor ornamental de los trópicos. Se caracterizan por un gran despliegue de flores, que a veces coincide con la caída estacional de las hojas. El hombre introdujo estas especies a nuevas áreas donde a menudo han cambiado el paisaje original.

Las Leguminosas se dividen en tres familias: Mimosáceas, Cesalpináceas y Papilionáceas. Los caracteres vegetativos son similares en las tres: incluyen tanto árboles como arbustos, hierbas y lianas. Las hojas son generalmente compuestas, con un número variable de folíolos, opuestos o alternos. A menudo una hoja se divide en ejes de segundo orden (bipinnadas). Los caracteres florales difieren en las tres familias. Las Mimosáceas, que forman el grupo más primitivo, tienen flores simétricas, pequeñas y agrupadas en inflorescencias densas. El cáliz y la corola se forman de 5 partes cada una, unidas en la base y libres en la parte superior. Los numerosos estambres salen de una base común en forma de tubo.

Las Cesalpináceas y Papilionáceas difieren de la familia anterior por tener la corola formada por 5 partes libres. Los estambres son 10 por lo general. Las Cesalpináceas, un grupo poco numeroso, tienen flores que varían desde casi regulares hasta marcadamente asimétricas. En las Papilionáceas, el grupo más avanzado y numeroso, las flores tienen característicamente una simetría bilateral, con un pétalo superior más grande, el estandarte; 2 laterales delgados, las alas, y 2 inferiores, soldados en parte o libres pero muy juntos, formando la quilla.

PAPILIONACEAS

FASEOLEAS

FRIJOLES, *Phaseolus* spp.

La tribu de las Faseoleas incluye las leguminosas tropicales más útiles por sus semillas. Los géneros más importantes son *Phaseolus*, *Vigna*, *Cajanus*, *Glycine* y *Dolichos*.

Las especies cultivadas de *Phaseolus* se originaron por separado en las áreas tropicales de Asia y del Nuevo Mundo. En este último la concentración mayor de especies se halla en Sur América.

Los frijoles de América difieren de los asiáticos en varios caracteres. Entre los tipos americanos hay tanto arbustivos co-

mo trepadores, de tallos lisos o poco pubescentes; los asiáticos en cambio, son en su mayoría arbustivos y de pubescencia densa. En las especies americanas los colores de la flor varían de blanco a morado o rojo; en las asiáticas es amarillo. Las vainas de los frijoles americanos son grandes y planas; en los frijoles de Asia predominan las cortas y cilíndricas. El carácter más importante en que difieren es el tamaño de la semilla, que es mucho mayor en las especies americanas. Estas se cultivan en todo el mundo, mientras que las asiáticas fuera de su área de origen se utilizan casi sólo como abono verde.

ESPECIES AMERICANAS

FRIJOL COMUN, *Phaseolus vulgaris*

Origen

Se ha dicho que los antecesores del frijol común (Fig. 25.1 A) ya no existen. También que puede derivarse de *Phaseolus aboriginus*, que se halla de Honduras a Argentina y que se caracteriza por sus semillas muy pequeñas. Esta entidad pudiera ser tanto una forma ancestral como una maleza derivada de tipos cultivados.

Lo que es evidente hasta ahora es que los *Phaseolus* están entre las primeras especies que fueron domesticadas por el hombre americano. Sólo parecen haber sido precedidas por las *Cucurbitas*. Así en los horizontes más antiguos en México, *Phaseolus vulgaris* aparece ya en el período preagrícola, hace unos 7000 años. En el Perú los horizontes más antiguos muestran, junto con *Cucurbitas* como en México, la presencia de *P. lunatus*. En ambos casos los frijoles aparecen mucho antes que el maíz.

Parece probable que el frijol común se domesticara primero en las regiones se-

miáridas de México. Por lo menos es allí donde se le conoce con mayor antigüedad. Las semillas pudieron llamar la atención primero por sus colores brillantes; su utilización como alimento, y eventualmente su cultivo, sólo se pudieron desarrollar después de que el hombre descubrió métodos para cocinarlas.

Hay algunas diferencias entre los frijoles primitivos y los actuales, pero no son comparables a las que se observan en maíz y otros cultivos que han sido objeto de selección intensa. En Perú por ejemplo, muchos de los frijoles prehistóricos son superiores en tamaño de vaina y semilla a los actuales.

Morfología general

Se ha acostumbrado a dividir los cultivares de frijol según su porte en arbustivos, de crecimiento bajo y determinado, y en trepadores, de tallos largos y crecimiento indefinido. La abundancia de ramificación y follaje es otra característica hereditaria de importancia práctica, así

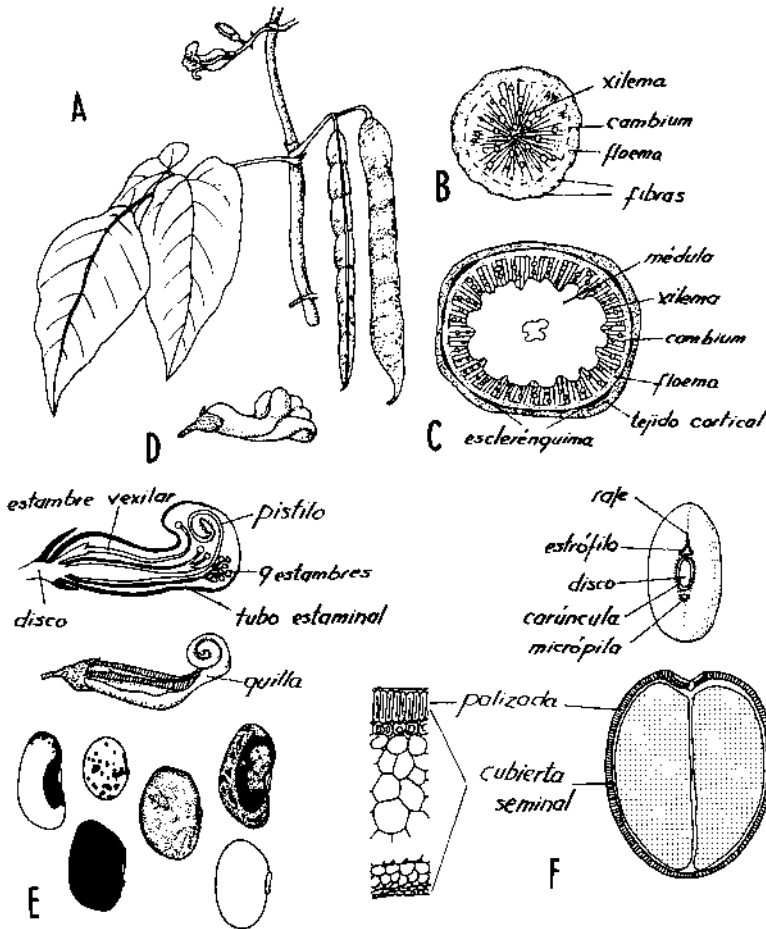


Fig. 25.1. *Phaseolus vulgaris*, frijol. A, porte. B, corte de la raíz. C, corte del tallo. D, flor. E, semilla. F, estructura de la semilla.

como la duración del desarrollo, entre germinación y fructificación.

Raíces

El frijol común al germinar desarrolla una radícula cónica, con numerosas ramificaciones laterales. Este sistema se mantiene durante la vida de la planta; la raíz central emite numerosas raicillas laterales, algunas de las cuales se desarrollan tanto como ella. Hay también raíces adventicias, que brotan de la parte inferior del hipocótilo.

La estructura primaria de la raíz (Fig. 25.1 B), es simple y puede observarse en la

parte tierna de la raíz principal. Consiste de epidermis, con pelos absorbentes; tejidos corticales, de parénquima; endodermis, periciclo y cilindro central, en que el xilema aparece como una estrella de 4 puntas entre las cuales quedan los cordones de floema y bandas de fibras. Conforme avanza el crecimiento secundario, el cambium produce al centro un cuerpo cilíndrico de xilema o madera, y hacia afuera un anillo de floema. Los tejidos corticales son de mayor anchura y la epidermis desaparece y es reemplazada por tejidos endodérmicos.

Como en muchas otras Leguminosas en el frijol hay nódulos de bacterias, esfé-

ricos y de tamaño variable. Las bacterias que los producen entran por el extremo de un pelo absorbente, se reproducen en abundancia y llegan hasta el periciclo, donde forman una masa que se agranda hasta constituir un nódulo. Las bacterias que viven en las células parenquimáticas, reciben carbohidratos de la planta y le suplen nitrógeno. Esta relación de simbiosis se mantiene hasta que degenera el nódulo o se seca la planta, y requiere para su función óptima un estado normal de nutrición.

Tallo

En la planta madura el tallo es aristado o cilíndrico (Fig. 25.1 C). Se compone de epidermis, con una capa de células de paredes externas engrosadas, pubescente o lisa; tejidos corticales, formados por unas pocas capas de parénquima, ricos en cloroplastos; periciclo, caracterizado por bandas angostas de fibras; floema; cambium; xilema, constituido por una masa de vasos y traqueidas interrumpida únicamente por los radios medulares; y médula, que es hueca en las plantas desarrolladas.

Hojas

Las hojas del primer par que aparecen arriba de los cotiledones, son opuestas, simples y acorazonadas. Las superiores, alternas, se forman de 3 folíolos: el central es obovado y simétrico, los laterales asimétricos. El pecíolo tiene una base engrosada, el pulvino, debajo del cual hay un par de estípelas. El tamaño y forma de la hoja varían considerablemente según el cultivar o los factores ambientales.

La estructura de la hoja, como se puede observar en un corte transversal, presenta una epidermis superior marcadamente ondulada, a menudo muy pilosa. El mesófilo se forma de una capa de células en empalizada y 3 a 4 capas de parénquima lacunoso. La epidermis inferior se compone de células mucho más peque-

ñas que la superior, y tiene muchos estomas, así como pelos pluricelulares, rectos, curvos o redondos.

Inflorescencia

Las flores en el frijol aparecen en racimos en las axilas de las hojas. Cada flor individual tiene una bráctea basal, y al final del pedúnculo un par de bracteolas. Las flores (Fig. 25.1 D) son papilionadas, con el cáliz tubular en la base y dividido arriba en 3 a 5 dientes. La corola se forma de una quilla, que resulta de la fusión de 2 pétalos inferiores, y encierra los estambres y el pistilo. En el género *Phaseolus* la quilla tiene el ápice arrollado en espiral, mientras que en otros géneros vecinos como *Vigna* y *Dolichos*, es curva pero no arrollada. Hay 2 pétalos laterales, las alas, y uno superior y más grande, el estandarte. Los colores de los pétalos en el frijol común varían de blanco a morado, y cambian con la edad de la flor y las condiciones de ambiente.

Los estambres al iniciar su crecimiento aparecen en 2 filas de 5, pero pronto 9 de ellos se unen por la base y el décimo queda suelto, de modo que en la flor adulta hay un tubo estaminal de 9 estambres unidos por la base y 1 libre. Este último queda en posición posterior, opuesto al estandarte.

El gineceo se desarrolla al principio como una protuberancia en forma de media luna, que luego se cierra. En su parte dorsal hay un haz vascular fuerte, y en la ventral 2 haces de menor tamaño. El carpelo podría compararse con una hoja que tuviera un nervio dorsal mayor y dos menores ventrales, que serían los bordes por donde se va a unir la hoja para constituir un solo cuerpo. Se formaría de una celda con numerosos óvulos en la parte ventral, conectados alternativamente a cada uno de los dos haces. Los óvulos están adheridos a la placenta por el funículo, por el que pasa un haz vascular derivado de uno de los haces ventrales, que al llegar a los integumentos se divide en dos.

En el ápice del carpelo se desarrolla el estilo, curvo, agudo y largo, con pelos a un lado, que termina en un estigma redondo.

Legumbre

El fruto del frijol como en la mayoría de las Papilionáceas es una legumbre, es decir, un fruto de un solo carpelo cuya placenta ventral se abre en la madurez por sí sola para que puedan salir las semillas. La sutura dorsal se rompe después; es un cordón de fibras fuertes, como se puede apreciar al cortar vainitas tiernas, y que por mutación es suave en ciertos cultivares.

La legumbre del frijol común es aplanaada, recta o curva, con ápice encorvado o recto. El color varía según el cultivar, de verde uniforme a morado o casi negro.

La estructura del fruto es simple. El exocarpo se forma de epidermis y una capa subepidérmica, de células muy grandes con paredes gruesas. El mesocarpo consiste de una zona parenquimatosa externa, y otra interna, verde por los cloroplastos que contiene; en esta zona hay haces vasculares por lo general aislados. El endocarpo está constituido por una banda de fibras, de 4 a 6 células de ancho, y una zona interna de parénquima, gruesa, que en la legumbre madura se reduce mucho. Al secarse la vaina la capa de fibras produce su dehiscencia y da la torsión característica de las vainas secas.

Semilla

La semilla en el frijol común tiene formas muy diferentes, desde esférica hasta casi cilíndrica. La coloración externa también varía mucho, de negro a blanco y pasa prácticamente por todos los colores, y puede ser uniforme, jaspeada, punteada o manchada.

En los cultivares más corrientes la semilla (Fig. 25.1 E) tiene forma de riñón, cuya parte más profunda corresponde al

hilo, por lo general elíptico, en cuyo fondo hay un disco blanco. Alrededor de éste se levanta una prominencia uniforme, la carúncula. Al lado inferior del hilo se halla el estrofiolo, formado por dos prominencias diminutas, separadas al centro, que se continúan en una línea elevada, la rafe. Al lado superior, hay una pequeña depresión triangular, que corresponde a la micrópila.

La estructura interna, en corte transversal (Fig. 25.1 F) muestra que la testa o cobertura, está formada por una capa externa de células en empalizada, compuesta de esclereidas alargadas en sentido radial. Debajo de esta capa hay una subepidermis, de células pequeñas, que contienen cristales. En estas 2 capas se hallan los pigmentos que dan el color a la semilla. Finalmente hay un tejido de parénquima, cuyas células superiores son rectangulares o cuadradas y las inferiores irregulares o ramificadas.

En el hilo el corte transversal revela una estructura un poco diferente. En lugar de una capa de esclereidas en empalizada hay dos, la externa pertenece al funículo, o sea al órgano que unía la semilla con la pared del fruto. También es parte del funículo el tejido blanco, de parénquima, que forma el cojín del hilo. La segunda capa, o subepidermis, está bien desarrollada, y la tercera, de parénquima, es mucho más gruesa que en el resto de la testa. En el centro de ella se encuentra un cordón ancho de esclerénquima, cuya función no se conoce.

La semilla propiamente dicha está constituida principalmente por los cotiledones, formados de parénquima de alto contenido en almidón y proteínas. Los frijoles constituyen uno de los pocos alimentos ricos tanto en carbohidratos (60 por ciento) como en proteínas (22 por ciento); además contienen grasas y minerales. Esta alta concentración se debe principalmente al bajo contenido de agua (10 a 15 por ciento), pues la testa actúa como una capa impermeable. Para balancear la humedad hay en el hilo una fisura que deja entrar agua si la semilla está secándose, y se

cierra cuando la humedad interna es óptima.

Biología floral

La disposición de los órganos reproductivos con los estambres en un tubo que rodea al pistilo, cubiertos completamente por la quilla, favorece extraordinariamente la autopolinización, que es la regla en esta especie. Sin embargo, se ha observado que puede haber un porcentaje variable, a veces alto, de polinización cruzada, debida al viento o a insectos.

Variabilidad

El número de cultivares de frijol debe pasar de 500, y no existe un trabajo moderno de conjunto, que permita su clasificación. Los criterios seguidos para clasificar los cultivares del frijol común, se basan en un solo carácter. Por ejemplo, el tipo de crecimiento, arbustivo o trepador, que parece estar determinado por 3 pares de factores, siendo dominante el trepador. También por la forma de la semilla, se han establecido grupos de cultivares: *sphaericus*, *compressus*, *ellipticus* y otros. Estas clasificaciones, aunque carecen de significado biológico, se han usado en combinación con otros caracteres, como el color y distribución de los pigmentos en la semilla, para preparar claves artificiales de identificación de cultivares.

Los trabajos de la escuela rusa de Vavilov han establecido la variación en América tropical, en términos de la distribución geográfica de caracteres. Tal método permitió establecer para México cerca de 250 variedades, y en esa área, incluyendo Guatemala, se encontró la variación cuantitativa y cualitativa más abundante. La segunda área es Perú, con cerca de 80 variedades, en que predominan las de granos esféricos y manchados, mientras que en México dos tercios de las variedades son de color uniforme. La composición varietal cambia fuera de esos dos focos centrales: hacia el Norte de México predominan formas arbustivas muy vigorosas; en Yucatán, las trepadoras, tardías y de granos pequeños. En Colombia se presenta otro tipo diferente, caracterizado por el porte vigoroso, follaje abundante y semillas grandes, que tienen poca relación con los de México o Perú. Los frijoles de Venezuela en cambio, son más afines a los mexicanos y posiblemente llegaron a través de Cuba. En estos estudios se notó que mientras se podían establecer sólo 3 grupos de cultivares arbustivos se podían distinguir 13 de tipos trepadores.

Una de las mutaciones más interesantes en esta especie, la llamada frijol de mantequilla, de vainas amarillas, apareció en Oriente, es decir, fuera del área de origen. Se trata de un tipo recesivo de cierto valor económico, por la apariencia y suavidad de las vainas que se comen tiernas.

PALLAR O LIMA, *Phaseolus lunatus*

Esta especie se planta en los trópicos en forma esporádica; se cultiva con más intensidad en Estados Unidos y en Europa.

Origen

Formas primitivas de granos pequeños, de 5 a 6 mm. de largo y de color uniforme, negro o castaño, son comunes en

Centro América. Estos frijoles malezas, que también se conocen en la especie anterior, pueden ser tanto tipos ancestrales como derivados de las formas cultivadas.

Los pallares eran conocidos en cultivo en Perú desde hace unos 6,000 a 8,000 años, en los niveles más primitivos de la agricultura, época en que se cultivaban junto con ciertas *Cucurbitas*. En México en cambio, parecen ser más recientes, pues

la muestra más antigua data de unos 1,800 años.

Morfología general

Phaseolus lunatus (Fig. 25.2) es una especie de formas muy variables, tanto arbustivas como trepadoras, anuales o bienales. Las hojas tienen el pecíolo fuerte, acanalado en la parte superior, con pulvino muy desarrollado. La forma de los folíolos laterales es muy diferente según el cultivar, desde angostos y curvos en el grupo llamado *salicifolia*, de 8 a 12 cm. de largo por 2 a 4 cm. de ancho, hasta los llamados *solanoides*, de 12 a 18 cm. de largo por 8 a 12 cm. de ancho. Como en el frijol común los folíolos laterales son muy asimétricos.

Las inflorescencias aparecen en racimos laterales de flores numerosas. Las brácteas que se hallan debajo del cáliz, son lineares u ovals, casi tan largas como éste. El cáliz es grueso y verde. La corola relativamente pequeña, mide cerca de 1 cm. de largo, y su color varía según el cultivar, predominando las flores con áreas verdosas en el estandarte y la quilla, sobre fondo blanco o ligeramente rosado.

El fruto es plano, curvo, con la base aguda y el ápice cónico y delgado, de 7 a 12 cm. de largo por 1,5 a 3 cm. de ancho, con 2 a 4 semillas.

La semilla es aplanada, en forma de riñón, con el hilo largo y angosto; la ca-

racterística esencial de esta especie es la presencia de líneas o rebordes que irradian del hilo. El tamaño y coloración varían mucho. En las formas cultivadas llegan a ser de 10 a 15 veces más grandes que en las silvestres. Son corrientes los cultivares con semillas uniformemente blancas, negras o amarillentas; cuando hay manchas, es frecuente que se distribuyan siguiendo las líneas que parten del hilo.

La forma y estructura de la semilla son similares a la especie anterior, así como el contenido de proteína y carbohidratos. En esta especie es frecuente la presencia de glucósidos que forman ácido cianhídrico. Estos principios venenosos son más frecuentes en los cultivares producidos en Asia que en los de América o Europa.

Variabilidad

En cultivo se han reconocido tradicionalmente dos grupos: *sieva*, de semillas pequeñas y colores variados, con folíolos delgados, de 5 a 9 cm. de largo, y vainas finas; se conocen muchos cultivares en este grupo. El segundo son los *lima*, de hojas grandes y gruesas, de 8 a 12 cm. de largo, semillas grandes y planas, por lo común blancas. Otros tipos conocidos en cultivo son el llamado *salicifolia*, de hojas muy angostas y semillas cortas y gruesas; *solanoides*, de hojas medianas y semillas casi circulares, muy gruesas; *lunoanus*, tipos arbustivos muy cortos y compactos.

Otra clasificación separa los tipos de *Phaseolus lunatus* en 3 razas: Hopi, que se extiende desde Centro América hasta Estados Unidos, a la cual pertenecen plantas con semillas de tamaño muy pequeño a mediano, de tan bajo contenido en glucósidos que las hace inocuas. El segundo grupo incluye los cultivares de las Antillas, de tamaño mediano y alto contenido en ácido cianhídrico. El tercer grupo o Inca, incluye los pallares de la costa del Perú: son cultivares de semillas muy grandes, blancas o ligeramente manchadas, cuyo contenido de ácido cianhídrico

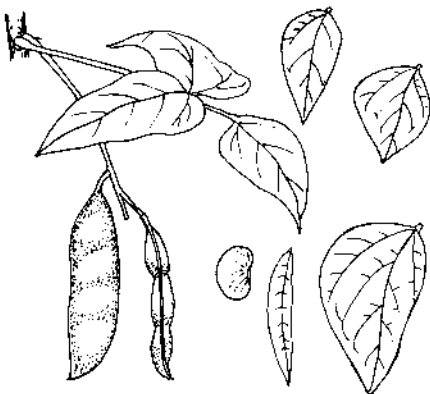


Fig. 25.2. *Phaseolus lunatus*, pallar.

es muy bajo. Variedades de este último grupo son las que se cultivan en Estados Unidos y Europa.

En estudios hechos sobre herencia en esta especie se observó que el carácter trepador es dominante sobre el arbustivo, el color blanco de la semilla es recesivo, y

el moteado dominante sobre el color uniforme. La característica de hojas angostas es también recesiva. Se admite que no hay barreras de cruzamiento entre los distintos grupos o formas de *Phaseolus lunatus*, y que la variación puede deberse tanto a mutaciones como a hibridación.

AYOCOTE, *Phaseolus coccineus* (*P. multiflorus*)

Origen y dispersión

Phaseolus coccineus llamado ayocote, patol o botil en México; chamborote y pilay en Guatemala; cubá en Costa Rica, es originario del Sur de México y Norte de Guatemala. Se conocen restos arqueológicos del Noreste del primer país, que indican que ya se cultivaba hace 9000 años. Es posible que esta especie se haya domesticado tanto por las semillas como por las raíces tuberosas, que aún se consumen.

Es un *Phaseolus* típico de las tierras altas de los trópicos. Se introdujo a Sur América, donde su cultivo no ha adquirido importancia.

Morfología general

Phaseolus coccineus (Fig. 25.3) es una especie perenne, aunque en muchas partes se cultiva como anual. Se conocen tanto tipos trepadores como arbustivos, siendo mucho más numerosos los primeros. La presencia de raíces tuberosas, a menudo muy desarrolladas, indica el carácter perenne de esta especie. Los tallos son largos, angulosos y pubescentes. Las hojuelas tienen folíolos ovados a rombo-orbitculares, de 6 a 10 cm. de largo por 6 a 8 cm. de ancho, suaves, de color verde claro. Los racimos florales son notables en la mayoría de los cultivares por el color rojo brillante de la corola; se conocen también tipos de flores blancas o moradas. Un carácter de la flor que distingue a esta especie de la anterior, es el tamaño de las bracteolas que se hallan

debajo del cáliz, que en esta especie son tan largas como éste, mientras que en *P. lunatus* son mucho más cortas. El cáliz es campanulado, con los dientes más cortos que el tubo. Los pétalos miden de 1 a 2 cm. de largo y no presentan diferencias de forma con las otras especies del género. La legumbre es plana, falcada a oblonga, de 5 a 12 cm. de largo por 1,5 a 2 cm. de ancho. Las semillas son reniformes, aplanadas, sin las líneas o surcos característicos de *P. lunatus*; miden de 2 a 3 cm. de largo por 1 a 1,5 cm. de ancho y 0,5 cm. de grosor. La testa puede ser negra, marrón, roja o blanca, uniforme o manchada. Un carácter distintivo de esta especie es que en la germinación los cotiledones permanecen bajo el suelo.

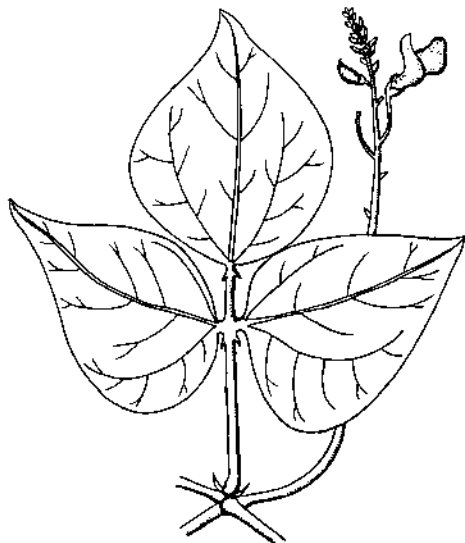


Fig. 25.3. *Phaseolus coccineus*, ayocote.

Variabilidad

El ayocote presenta numerosos tipos de cultivares comerciales. En México y Guatemala hay formas de semillas muy pequeñas; las más interesantes son los híbridos entre ayocote y frijol común, conocidos con diversos nombres: acelete, tabay, juruma

y otros. Se ha dado el nombre de *darwinianus* a estas poblaciones híbridas, que en caracteres de fruto y semilla son intermedias o más próximas a *P. coccineus*.

En el Sur de México hay otra especie comestible, *P. polyanthus*, cuyas semillas aparecen en los mercados de esa zona junto con las de *P. coccineus*.

TEPARI, ESCOMITE, *Phaseolus acutifolius*

Origen y dispersión

El tepari es probablemente el frijol americano de domesticación más reciente. Su área de origen es la región limítrofe entre México y Guatemala, y en cultivo se expandió hacia el Norte hasta Arizona.

Es un frijol típico de las zonas áridas, en las que reemplaza con ventaja al *Phaseolus vulgaris*. Se ha adaptado también a regiones subtropicales del Oeste de Estados Unidos.

Morfología general

P. acutifolius (Fig. 25.4) es anual, trepador, de tallos delgados y pilosos. Las hojas son delgadas, lineales en los tipos silvestres, obovadas en los cultivados, de ápice largo y agudo; las hojuelas terminales miden de 4 a 9 cm. de largo por 2 a 5 cm. de ancho. Las laterales son de la misma forma pero un poco más pequeñas. La inflorescencia axilar tiene un pedúnculo largo y delgado, con 2 a 5 flores. El cáliz corto, de 3 a 4 mm. de largo, tiene 4 dientes acuminados. La corola es blanca o violeta pálido, con el estandarte de 8 a 10 mm. de largo; las alas obovadas a espatuladas, la quilla angosta, con 2 ó 3 vueltas en espiral.

La legumbre es falcada, aplanada, de 5 a 9 cm. de largo por 1 a 1,5 cm. de ancho, con 2 a 7 semillas reniformes,

comprimidas o casi redondas, de 6 a 9 mm. de largo. El color puede ser blanco, amarillo, castaño, azul oscuro o violeta y uniforme o manchado.

En el Noroeste de Estados Unidos y en México se cultivan numerosos tipos que se distinguen por el color de las semillas y de las flores. Los cultivares de semillas blancas tienden a tener hojas más pequeñas que los amarillos. Se conoce también mucha variación en rendimiento y resistencia a sequía.

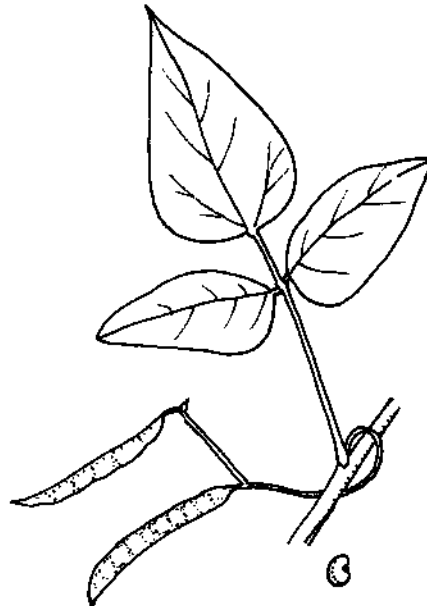


Fig. 25.4. *Phaseolus acutifolius*, tepari.

FRIJOLES ASIATICOS

En el Sureste de Asia se halla otro centro de domesticación de frijoles tropi-

cales, en el cual se originaron *Phaseolus aconitifolius*, mat; *P. aureus*, mungo; *P.*

calcaratus, frijol de arroz; *P. mungo*, urd; *P. radiatus* (*P. sublobatus*), ghora; *P. trilobus*, pillepesara. En un área extratropical, China y Japón, *P. angularis*, adzuki.

Los frijoles de los trópicos asiáticos presentan caracteres morfológicos muy diferentes de los americanos. Son principalmente arbustivos, por lo común muy pilosos, con flores de corola amarilla, frutos cortos y cilíndricos, y semillas pequeñas. Ninguno de ellos podría competir con las especies americanas en rendimiento, pero se han introducido y cultivado como forrajeras, plantas de cobertura o abono verde. *P. aureus* se cultiva como menestra en las Guayanas, en áreas en que el frijol común no crece bien.

MAT, *Phaseolus aconitifolius*, especie de porte bajo, rastrera, con tallos muy ramificados. Los folíolos laterales son trilobados, el terminal con 5 lobos. Las flores amarillas, muy pequeñas, se agrupan en racimos cortos. Las vainas delgadas, de 3 a 5 cm. de largo, tienen de 3 a 9 semillas negras o grises, moteadas, de 4 a 5 mm. de longitud. Se le planta en Asia como abono verde o menestra.

MUNGO, *P. aureus*, es de porte alto, hasta 1,25 m., ramificado, muy piloso. Las hojas tienen folíolos enteros. Las flores amarillo púrpureo forman grupos compactos al extremo de pedúnculos largos. Las vainas delgadas, cilíndricas, pilosas, miden de 6 a 12 cm. de longitud. Las semillas elipsoidales, de 3 a 6 mm. de largo, son verdes en la mayoría de los tipos, rara vez amarillas, ricas (20 por ciento) en proteínas. Se le cultiva en América como forrajera. Las plántulas blancas, recién germinadas, se usan en la preparación de platos chinos.

FRIJOL DE ARROZ, *P. calcaratus* (Fig. 25.5) es una planta baja, de porte erecto o trepador, con tallos lisos o pilosos, cubiertos de pelos marrones. Los folíolos enteros miden hasta 8 cm. de largo. Las flores aparecen en racimos de 4 a 6 cm. de largo y tienen la corola amarilla. Las vai-

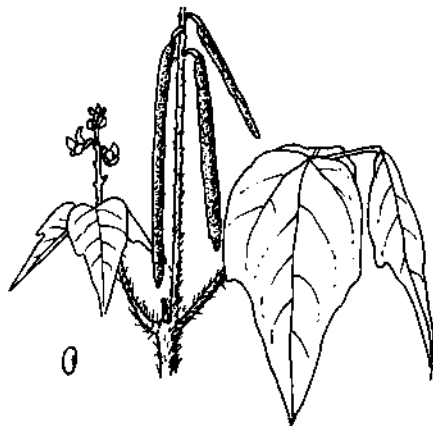


Fig. 25.5. *Phaseolus calcaratus*, frijol de arroz.

nas delgadas, rectas o ligeramente curvas, lisas, miden de 7 a 14 cm. de largo. Hay en cada vaina de 8 a 12 semillas cilíndricas, de 5 a 8 mm. de largo, negras o castaño oscuro, con el hilo grande y blanco. Se le planta en los trópicos americanos como abono verde, y rara vez se consume como menestra.

URD. *P. mungo*. En esta especie se conocen tipos erectos o rastreros, muy pilosos. Los folíolos son enteros. Las flores, de corola amarilla, tienen el cáliz de la misma longitud que los pétalos. Las vainas rectas o curvas, pilosas, miden 4 a 8 cm. de largo, y llevan de 6 a 10 semillas elipsoidales, negras con el hilo blanco, de 4 a 8 mm. de largo.

Se le cultiva en América en especial como abono verde o forraje. En Asia en cambio, se le planta por las semillas, sobre todo en regiones secas.

GHORA, *P. radiatus*. Plantas de porte erecto, hasta de 50 cm. de alto, poco pilosas, de folíolos enteros y flores amarillo verdosas. Las vainas rectas, algo pilosas, 5 a 10 cm. de largo, tienen de 10 a 15 semillas de 4 a 6 mm. de largo; hay cultivares de semillas verdes, amarillas o negras. Se ha creído que de esta especie se derivan *P. mungo* y *P. aureus*.

PILLEPESARA, *P. trilobus*. Plantas trepadoras, perennes, de folíolos anchos,

casi circulares y flores pequeñas y amarillas. Las vainas rectas, lisas, miden de 5 a 8 cm. de largo. Las semillas elipsoida-

les a cilíndricas, anchas, de 4 a 5 mm. de largo, son verdes, amarillas o negras, lisas o manchadas.

CAUPI, COWPEA, *Vigna unguiculata*

El género *Vigna* es muy afín a *Phaseolus*, del que difiere por tener la quilla recta y no arrollada en espiral como el primero. La especie más importante, *Vigna unguiculata*, es conocida también como *V. sinensis*, *V. catjang* o *V. sesquipedalis*. En español esta especie no tiene nombre especial; se le llama frijol de vaca o caupí, derivados del inglés cowpea; en portugués feijao de porco.

Origen y dispersión

V. unguiculata es originaria de las regiones montañosas de Africa Oriental. Es una planta de cultivo muy antiguo, que se expandió antes de la era cristiana a Europa y Asia, y llegó hasta China, donde se sometió a un cultivo intenso y se desarrollaron muchos cultivares.

A los trópicos americanos se la introdujo poco después de los grandes descubrimientos, pero su expansión como menestra no ha alcanzado mayores proporciones. Sin embargo muchos de los llamados frijoles de las zonas cálidas, como en el Amazonas, son realmente caupíes. Se le cultiva también para forraje y abono verde.

Morfología general

El caupí (Fig. 25.6) presenta una variación muy amplia debida a su cultivo antiguo y en parte a trabajos modernos de mejoramiento. Es anual, de crecimiento indeterminado, de tallos cortos o trepadores, angulosos, verdes o morados. Las hojas (Fig. 25.7 A) son trifolioladas; el pecíolo es recto y acanalado en la cara superior, y lleva un par de estípulas anchas en la base. Los folíolos triangulares, asimétricos los 2 inferiores, de base ancha y

ápice muy agudo, pubescentes o lisos según el cultivar, miden de 6 a 18 cm. de largo. Las inflorescencias tienen raquis largo y cilíndrico, que sale de las axilas de las hojas y lleva al final unas pocas flores. Este raquis se alarga después de la fecundación, de modo que en los tipos arbustivos, las vainas maduras sobresalen del follaje.

Las flores (Fig. 25.7 B C) constan de las mismas partes que en el frijol. El cáliz cónico en la base, termina en 3 a 5 dientes. La corola papilionácea es blanca, morada o amarilla; la forma de la quilla es diferente de *Phaseolus*, pues en *Vigna* no se arrolla en espiral como en el primero, sino que se dobla hacia arriba. Hay 10 estambres, 9 unidos y 1 libre. En el pistilo el ovario y el estilo forman ángulo recto, como en el frijol común. En el caupí la autofertilización es el proceso normal. Los frutos crecen en grupos reducidos, erectos o pendientes; en la mayoría de los cultivares son rectos, cilíndricos, lisos o pubescentes, con constricciones marcadas entre las semillas. Miden de 10 a 25 cm. de largo por 0,5 cm. a 1 cm. de ancho.

Las semillas reniformes, elipsoidales o esféricas, pueden ser de color uniforme: negro, castaño, amarillo, blanco, o presentar manchas irregulares. El hilo tiene el borde negro y hundido; el cojín es blanco y levantado, por lo que en inglés se le denomina blackeye peas: arveja de ojo negro.

La estructura interna de la semilla es semejante a la del frijol. Su composición es también similar; el contenido de proteína es de cerca del 22 por ciento, compuesta especialmente de vignina, que es propia de esta especie, y de legumina, que es la principal proteína del frijol.

Como los caupíes pueden crecer en los trópicos húmedos y calientes mejor que los

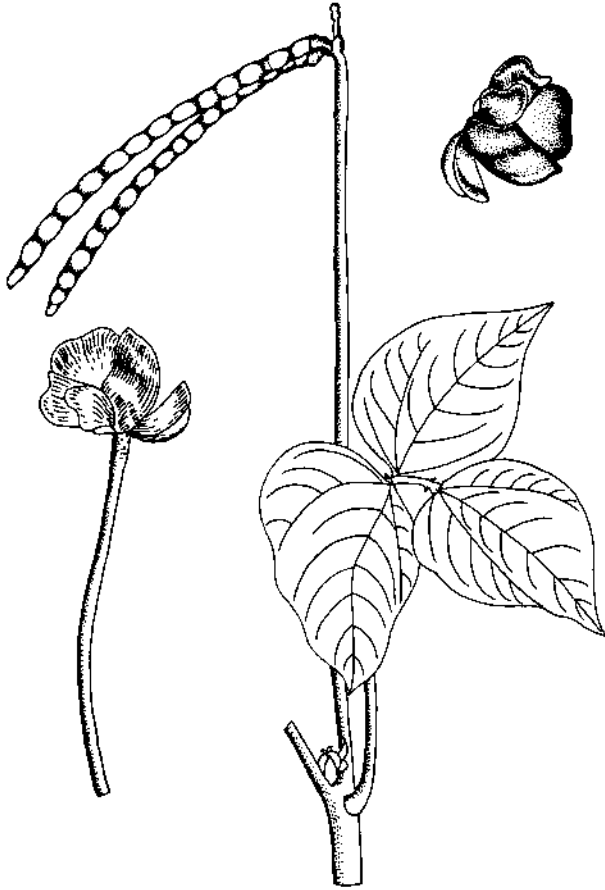


Fig. 25.6. *Vigna unguiculata*, caupi.

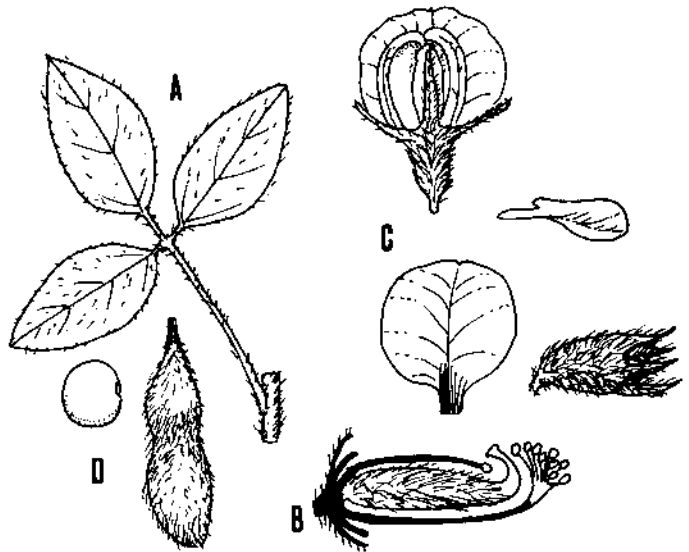


Fig. 25.7. *Glycine soja*, soya. A, hojas. B, flor. C, flor vista de frente, ala, estandarte y cáliz. D, fruto y semilla.

frijoles, por su mayor resistencia a hongos y virus, son de mucha promesa para las regiones bajas. Es probable que para los trópicos húmedos de América ofrezcan mayores posibilidades que los frijoles corrientes.

Variabilidad

El número de cultivares de caupí pasa del centenar. Se han agrupado en:

1. caupíes propiamente dichos, de vainas largas y pendientes;
2. catjang, de vainas cortas y erectas;
3. sesquipedalis, de vainas largas hasta de 1 m. de longitud. A estos tres grupos se ha dado categoría de especies, pero no existen diferencias que lo justifiquen; la última es una mutación aparecida en los trópicos asiáticos, que se cultiva en América tropical.

SOYA, *Glycine soja*

El cultivo de la soya se ha intensificado más en las regiones templadas que en los países tropicales, aunque en Java llegó a tener cierta importancia. En América tropical se cultiva como oleaginosa, aunque su rendimiento es relativamente bajo en comparación con el coco o la palma de aceite. Un obstáculo serio para el cultivo de la soya es la necesidad de inocular el suelo con bacterias específicas (*Rhizobium japonicum*) para obtener un buen desarrollo y rendimiento. La práctica de agregar bacterias al suelo, corriente en la agricultura de las zonas templadas, es desconocida en los trópicos.

El uso de la soya como alimento sería de primordial importancia en los trópicos si tuviera aceptación popular, pero hasta ahora los esfuerzos hechos para incorporarla en la alimentación en América tropical, no han tenido mayor éxito. Las proteínas de la soya son muy superiores a las del frijol, y se comparan favorablemente con las del pescado. Las grasas son de alta calidad y el contenido en minerales es muy valioso. En los trópicos del Viejo Mundo se la utiliza como base para cultivar hongos, con los que se preparan alimentos muy nutritivos; también en la elaboración de salsas, y en muchas otras preparaciones.

La domesticación de la soya se realizó en el Este de Asia, posiblemente en China y Manchuria, en épocas prehistóricas. Se extendió después hacia Japón y a India, y a regiones tropicales, como Java, donde su cultivo es muy antiguo, y las variedades

más adaptadas a las condiciones tropicales. En América las grandes áreas de producción son el medioeste de los Estados Unidos, y en menor grado, las áreas templadas de Brasil y Argentina.

Morfología general

La soya es una planta baja, hasta de 50 cm. de altura, formada por un tallo central que emite hacia arriba ramas en ángulo agudo. Tanto el tallo como las ramas son aristadas y están cubiertos de pubescencia fina. Las hojas trifolioladas (Fig. 25.7 A) tienen el pecíolo largo, en cuya base hay un pulvino con 2 estipelas finas. El folíolo central tiene el pecíolo largo y lámina elíptica u ovada. Los 2 laterales son sésiles y asimétricos. Hay cultivares de follaje tan abundante que se usan como forrajeras; en estado verde las hojas de soya contienen un 3 por ciento de proteína, que en el ensilaje aumenta hasta el 14 por ciento. En la mayoría de los cultivares las hojas se tornan amarillas y caen durante la maduración de los frutos.

La flor (Fig. 25.7 B, C) es típicamente papilionácea, y aparece en racimos axilares de 1 a 4 flores. El cáliz verdoso, muy pubescente, se divide en 5 dientes. La corola mide cerca de 1 cm. de largo; el estandarte apenas sobresa del cáliz y como la quilla y alas, es de color violáceo o blanco. Dentro de la quilla hay 10 estambres, unidos por la base, que forman un tubo que rodea el pistilo.

Las vainas (Fig. 25.7 D) planas e hirsutas, con 2 a 4 semillas, miden de 3 a 5 cm. de largo y cerca de 1 cm. de ancho.

Las semillas varían de ovoides a esféricas y carecen de la curvatura interna del hilo, característica de los frijoles y caupíes. El color es por lo general uniforme, particularmente en los cultivares seleccionados; amarillo, verde, castaño o negro, pero en Oriente son muy comunes las semillas con manchas o puntos. El hilo mide 3 a 4 mm. de largo; es cerrado y por lo tanto, no muestra ningún cojín. La estructura interna de la semilla revela ciertas particularidades. En la testa hay células subepidérmicas muy desarrolladas, y la cara inferior, inmediata a los cotiledones, se forma de varias capas comprimidas, derivadas del endosperma. En los cotiledones hay una zona externa de células pequeñas y paredes gruesas, formada por parénquima rico en aleurona y aceites. Las células de los tejidos más internos son de mayor tamaño y menos ricas en

aceites. En algunos cultivares de China no hay almidón. El contenido de proteína de la semilla varía de 30 a 35 por ciento y el de grasas de 10 a 20 por ciento.

Variabilidad

La soya es una de las leguminosas de cultivo más antiguo. No se conoce en estado silvestre, y la especie más afín es *Glycine ussuriensis*, del Este de Asia. El largo cultivo en Oriente por una parte, y la intensificación del mejoramiento en Estados Unidos y otros países, han incrementado en varios centenares el número de cultivares conocidos. Las líneas del mejoramiento genético se han dirigido sobre todo a obtener variedades de mayor contenido en aceite o cantidad de forraje; a formar tipos tempraneros o tardíos, o que correspondan a las diferencias ambientales en áreas geográficas reducidas. En los trópicos americanos el mejoramiento de la soya está aún por hacerse.

GANDUL, FRIJOL DE PALO, *Cajanus indicus*

El gandul es originario de Africa. Su domesticación es muy antigua, pues antes de la era cristiana ya se había expandido por Asia. En India es un cultivo de importancia. A América se introdujo posiblemente de Africa poco después del Descubrimiento. En este continente se le cultiva especialmente en las tierras tropicales secas o con estaciones alternas. En Puerto Rico, donde se cultiva intensamente, las semillas frescas se enlatan en lugar de arvejas y secas reemplazan a los frijoles.

El gandul es de alto contenido en proteínas, aunque la composición de éstas es inferior a la del frijol. Tiene la ventaja de tener un período de producción muy largo y de poder crecer bien en suelos pobres.

Se utiliza también como forraje. Estudios comparativos hechos en Hawaii han comprobado que bajo esas condiciones ninguna leguminosa da un rendimiento de proteína comparable al gandul. Se en-

contró que producía cerca de 40.000 libras de proteína por hectárea al año, mientras que la alfalfa sólo daba 22.000 lbs.

Se le planta también como abono verde, y para mejorar la estructura del suelo, por tener el sistema radical muy desarrollado.

Morfología general

El gandul es un arbusto anual o perenne, que presenta una variación muy amplia en el porte. El sistema radical se forma de una raíz pivotante y muchas laterales, que alcanzan hasta 3 m. de profundidad, lo que le permite soportar bien la sequía. El tronco es muy ramificado desde la base, y la norma de ramificación varía según el cultivar, desde plantas de porte alto y desgarbado, hasta arbustos de follaje muy compacto. Las ramillas aristadas llevan hojas alternas, sésiles y

trifolioladas (Fig. 25.8 A). Los folíolos elípticos, agudos en ambos extremos, tienen la cara superior verde brillante y la inferior cubierta por una pubescencia blancuzca y fina.

La inflorescencia es un racimo axilar, con pocas flores, erecto, con el pedúnculo de 6 a 12 cm. de largo. Las flores (Fig. 25.8 B) tienen el cáliz verde, piloso, de 8 a 12 mm. de longitud, campanulado en la base, con 3 sépalos libres abajo y 2 casi unidos arriba. La corola mide de 2,5 a 3 cm. de largo, la constituyen el estandarte (Fig. 25.8 C), amarillo con rayas rojas en el frente, y amarillo, rojo o púrpura en el lado posterior; las 2 alas son generalmente amarillas y la quilla verdosa. Hay 10 estambres, 9 unidos y 1 separado. El pistilo es curvo, piloso y del mismo tamaño que los estambres; termina en un estigma capitado.

Biología floral

Las flores del gandul se abren desde las primeras horas de la mañana hasta

media tarde, y duran 1 ó 2 días. Al abrirse ya un alto porcentaje de ellas están polinizadas, pues las anteras comienzan a soltar polen 1 ó 2 días antes de la apertura de la corola. La posición del estilo y la abundancia de polen favorecen también la autopolinización. Los insectos visitan las plantas muy a menudo y contribuyen a la polinización cruzada, que puede ocurrir del 1 a 10 por ciento.

Fruto y semillas

Las vainas (Fig. 25.8 D) son rectas y planas en la mayoría de los cultivares, aunque se conocen algunos de frutos cilíndricos. Miden de 5 a 10 m. de largo y muestran constricciones marcadas que separan las semillas. El color es amarillo o rojizo en la madurez, liso o manchado; las caras de la vaina están cubiertas de polvo glandular.

Hay de 3 a 5 semillas en cada vaina, de 8 a 10 mm. de ancho, aplanadas, lenticulares o casi prismáticas. La testa es blanca, negra o marrón, a menudo con manchas. El hilo es corto y blanco.

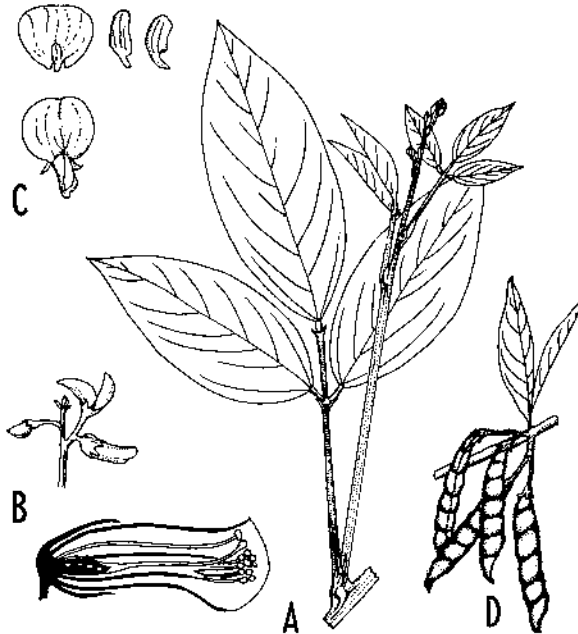


Fig. 25.8. *Cajanus indicus*. gandul, frijol de palo. A. porte. B, flor. C, detalles de la flor. D, legumbre.

Variabilidad

El gandul es una especie muy variable. Se ha sugerido dividirla en 2 "especies", *flavus*, si el estandarte es completamente amarillo, y *bicolor*, cuando es amarillo en el frente y rojizo al lado dorsal. La variación de caracteres individuales puede ser muy amplia:

1. el porte puede variar desde alto, erecto y de follaje compacto, que corresponde a los tipos perennes y de raíces profundas, hasta plantas anuales, enanas, muy ramificadas.

2. Los tipos altos son por lo común tardíos, los bajos, tempraneros; el carácter perenne es dominante, pero en cuanto a tamaño no hay dominancia marcada. La producción en los primeros se inicia de 8 a 10 meses después de la siembra y puede durar hasta 5 años.

3. El follaje es más denso y oscuro en los tipos altos que en los bajos.

4. En color del estandarte se ha ob-

servado que el rojo domina sobre amarillo, manchado sobre liso.

5. La distribución de los frutos en la planta tiende a estar asociada con el porte. En los tipos altos, las vainas se acumulan en la parte superior, en racimos compactos, mientras que en los intermedios o bajos se distribuyen en toda la planta.

6. Los frutos grandes y planos son dominantes sobre cortos y cilíndricos, y el color marrón sobre verde o manchado.

7. Semillas aplanadas dominan sobre esféricas; el color negro es dominante sobre blanco, castaño o manchado.

Al sembrar gandul de líneas no seleccionadas se observa una gran variación en las progenies, en los caracteres arriba mencionados. Se han hecho trabajos intensivos de selección para obtener cultivos uniformes, obteniéndose tipos altos y de buen rendimiento, o de tamaño mediano, ramificados y tempraneros. Se ha trabajado también intensamente en obtener resistencia a enfermedades del tronco, que constituyen la limitación más seria para su cultivo.

LABLAB, FRIJOL TREPADOR, *Dolichos lablab*

Origen

Esta especie es probablemente de origen africano, habiendo sido domesticada en épocas prehistóricas e introducida muy tempranamente a Asia, donde su cultivo está más extendido. En América se planta como ornamental una forma de tallos y flores purpúreas; la forma verde se cultiva esporádicamente por sus semillas. En el Sur de Brasil se la utiliza como forrajera y abono verde.

Morfología general

El lablab (Fig. 25.9) es una especie perenne, trepadora, de tallos cilíndricos que llegan hasta 10 m. de largo. Las hojas alternas tienen estipulas angostas en la base; el peciolo es largo, acanalado, de pulvino muy grueso. La hoja tiene 3 fo-

líolos deltoides o rómbicos, de 4 a 10 cm. de largo, con peciolulos cortos, gruesos y pubescentes. Las inflorescencias son racimos largos, que llevan grupos separados de flores, con estipelas anchas y bien desarrolladas. El cáliz es campanulado, pubescente, dividido en 4 dientes. Los pétalos son blancos o purpúreos; la quilla se presenta doblada hacia arriba en el extremo, no en espiral como en *Phaseolus*. Hay 10 estambres, 9 unidos y 1 libre. El ovario es sésil, y el estilo curvo y con barbas en el lado interno.

La vaina plana, oblonga, con los márgenes muy gruesos y el ápice recurvado, mide de 6 a 18 cm. de largo por 1,5 a 2,5 cm. de ancho y contiene de 3 a 6 semillas. Está cubierta de glándulas que emiten una sustancia de olor característico.

La semilla es elipsoidal, comprimida, blanca, negra o castaña, de cerca de 1 cm. de largo; lo más notable en ella es el hilo,

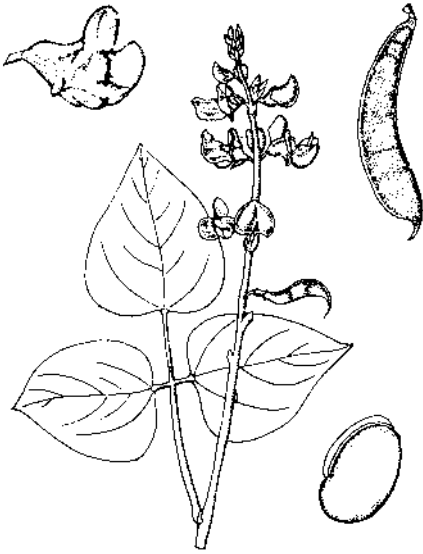


Fig. 25.9. *Dolichos lablab*, lablab.

que aparece como un reborde blanco y delgado, que recorre toda su longitud. El cojín es suave y blanco, de 0,5 mm.

JICAMA, *Pachyrhizus* spp.

Las jicamas se cultivan por las raíces tuberosas, ricas en azúcar y agua, que se consumen frescas.

El género es americano, del cual se cultivan tres especies: *P. erosus*, originaria de México y de cultivo muy amplio, especialmente en los trópicos de Asia; *P. tuberosus*, del Amazonas, y *P. ahipa*, de las tierras altas de Bolivia y Argentina.

Las jicamas (Fig. 25.10 A) son bejucos con hojas trifolioladas, cuya forma varía considerablemente, pudiendo ser enteras, dentadas o lobadas en la misma especie. En la primera especie miden de 4 a 20 cm. de largo por 6 a 22 cm. de ancho. Las inflorescencias son racimos erectos, hasta de 0,5 m. de longitud, cubiertos de típicas flores papilionadas (Fig. 25.10 B), grandes, moradas, rosadas o blancas, de unos 2 cm. de largo. Las vainas (Fig. 25.10 C) son lineares, comprimidas, de 5 a 15 cm. de largo, lisas o escasamente pubescentes en *P. tuberosus*, pilosas en *P. erosus*. Se comen tiernas, cuando las

de alto, y se prolonga hacia el lado opuesto a la micrópila.

Se conocen unos 50 cultivares de esta especie. En América tropical se planta uno de flores purpúreas y hojas bronceadas en jardines y pérgolas como ornamental. Para semilla y forraje se prefieren los de tallos y hojas verdes y flores blancas. Las vainas se comen tiernas, cocinadas como vainitas. Las semillas secas contienen alrededor de 24 por ciento de proteína, de composición bien balanceada. Por su sabor agradable, alto valor nutritivo y crecimiento perenne, el lablab merece un cultivo más intenso en los trópicos como planta alimenticia.

Es además una magnífica forrajera, pues su follaje contiene 28 por ciento de proteína, 12 por ciento de fibra, 8 por ciento de minerales. Como abono verde se ha logrado en Brasil doblar el rendimiento de maíz y frijoles en campos en que se han incorporado al suelo de 30 a 40 toneladas de materia verde por hectárea.

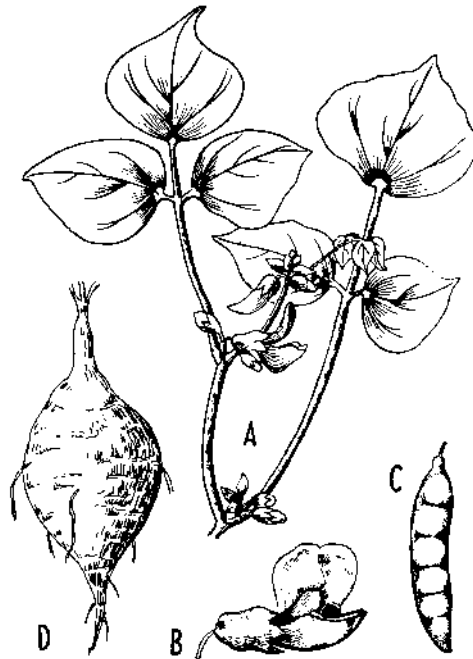


Fig. 25.10. *Pachyrhizus* spp., Jicama. A, porte. B, flor. C, legumbre. D, raíz.

semillas están aún verdes. Las semillas reniformes o cuadradas, con el hilo pequeño, son negras, marrones o amarillas; se las ha usado como insecticida por su contenido de rotenona.

La parte útil son las raíces grandes y tuberosas (Fig. 25.10 D), parecidas a nabos, que son los órganos de reserva de la planta. Su forma varía considerablemente,

desde casi esféricas hasta muy irregulares. Los tejidos de reserva son blancos, jugosos y azucarados. Contienen hasta 90 por ciento de agua, y pequeñas cantidades de calcio y hierro. Cuando están viejas aumentan considerablemente el contenido de almidón. Las raíces alcanzan su desarrollo en 3 a 4 meses, pero pueden dejarse en el campo hasta por medio año.

BAMBARRA, *Voandzeia subterranea*

Leguminosa herbácea (Fig. 25.11 A), originaria de Africa Central, cuyas semillas comestibles crecen bajo tierra, como el maní. Fue introducida a Brasil por los esclavos negros en el siglo XVI. La parte subterránea de la planta se compone de tallos horizontales, con entrenudos cortos, de los que salen raíces largas y ramificadas. De los tallos subterráneos brotan las hojas, que forman una masa compacta de follaje sobre el suelo. Los peciolo largos miden de 8 a 15 cm. de longitud, y terminan en 3 folíolos elípticos, los 2 laterales más largos, el terminal de 4 a 8 cm. de largo por 1 a 3 cm. de ancho. Los pedúnculos de la inflorescencia (Fig. 25.11B), que brotan también de los nudos de tallos subterráneos, son muy cortos, de 0,5 a 1,5 cm. de longitud, y apenas alcanzan a salir a flor de tierra; son muy pilosos, llevan 2 a 3 flores, y terminan en un ápice duro y redondo. Cada flor tiene 2 estipelas pilosas y un cáliz de 5 dientes. La corola es amarilla y el estandarte envuelve por completo el resto de la flor. Las flores normalmente no se abren y la autofecundación es la regla. Una vez fertilizadas el pedúnculo de la inflorescencia se dobla y entierra, llevando consigo las flores, y el fruto madura subterráneamente como el maní.

El fruto de la bambarra (Fig. 25.11 C)

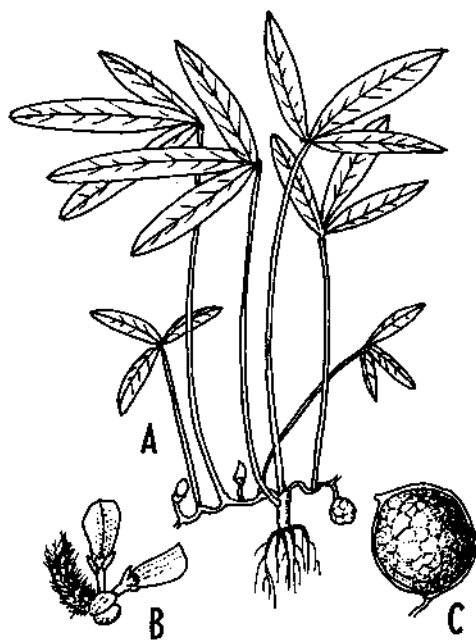


Fig. 25.11. *Voandzeia subterranea*, bambarra. A, porte. B, inflorescencia. C, fruto.

es una vaina elipsoidal, de 1,5 a 2 cm. de largo y contiene por lo general una sola semilla, redonda, dura, de color blanco, rojo o negro, liso o manchado. Se comen crudas, cocinadas o tostadas; son tan altas en proteína como el maní y de menor contenido de aceite.

HABA DE CABALLO, FEIJAO-ESPADA, *Canavalia spp.*

El uso de las vainas tiernas de *Canavalia* como verdura sólo se conoce en América en algunas de las Antillas Menores.

El consumo de las semillas secas como menestras, es también poco conocido. Su valor nutritivo es dudoso, a pesar del alto

contenido protéico, pues requieren ser cocinadas repetidas veces. En cambio las *Canavalias* se utilizan ampliamente como abono verde o forraje, aunque este último uso es restringido, debido a casos de envenenamiento en animales que han comido las semillas maduras.

Las *Canavalias* son anuales o perennes, de tronco corto, grueso y ramificado, con ramas que alcanzan hasta 3 m. de largo. Las hojas tienen 3 folíolos grandes, ovados, coriáceos, de 10 a 15 cm. de largo. Las inflorescencias son racimos axilares, con pedúnculos largos y fuertes. El raquis lleva grupos de 2 ó 3 flores que salen de cojines redondos. El cáliz verde, grueso, bilobado, tiene el lobo superior entero o bipartido, doblado detrás del estandarte y el inferior dividido en 3 partes. En la corola el estandarte forma ángulo recto con el resto de la flor; es blanco, morado pálido o rosado, con una mancha blanca en la base. Las alas recubren los lados de la quilla, formada por 2 pétalos que no están completamente soldados. Hay 10 estambres, 9 unidos y 1 libre, de diferente longitud. El ovario es plano, recto y termina en un estilo ligeramente curvo.

Las vainas de *Canavalia* son planas, grandes y duras; alcanzan en algunas especies hasta 0,5 m. de largo y 5 cm. de ancho. El borde ventral tiene 4 rebordes bien marcados, 2 que bordean la sutura por la que se abre el fruto, y 2 más externos que forman las aristas. El lado opuesto o dorsal es más angosto y redondo. Hay de 8 a 20 semillas por vaina. Las semillas son aplanadas, grandes, de 2 a 3 cm. de largo, blancas, grisáceas o rosadas, con el hilo muy desarrollado.

Las dos especies más corrientes en cultivo son *C. ensiformis*, americana, de semillas blancas, cuyo hilo alcanza la mitad de la longitud de la semilla, y *C. gladiata*, de Oriente, de semillas castañas, rosadas o blancuzcas, con el hilo ocupando toda la longitud de la semilla.

Canavalia plagioperma, de América del Sur, se plantó intensamente en el Perú antes de la llegada de los europeos, pero en la actualidad su cultivo es muy limitado.

FRIJOL TERCIOPELO, *Stizolobium deeringianum*

El frijol terciopelo es la leguminosa de cobertura más importante en los trópicos. Es una especie anual, de crecimiento rápido, cuyos tallos alcanzan hasta 20 m. de largo. Las formas cultivadas son compactas, de follaje abundante y pueden cubrir completamente el suelo en pocas semanas. El sistema radical corto y ramificado crece con tanta rapidez como las partes aéreas. Los 3 folíolos de las hojas son grandes, suaves, pubescentes especialmente en el lado inferior de las hojas y forman con los bejucos, en pocos meses, una capa de materia vegetal que puede incorporarse al suelo o dejarse como cobertura.

Los flores moradas, típicamente papilionadas, salen en racimos axilares cortos. La vaina es gruesa, con las suturas ventrales separadas, de 10 a 12 cm. de largo, cubierta de pelos finos. Las semillas, 5 a 6 por vaina, esféricas o aplanadas, miden de 1 a 1,5 cm. de largo, y su color varía de amarillo crema a marrón oscuro. La carúncula es blanca y levantada y rodea a un hilo oscuro. Las semillas germinan bajo tierra, y durante el período de crecimiento pueden enterrarse con los bejucos después de la maduración de las vainas, para obtener rápidamente otro crecimiento de plantas nuevas.

Por su adaptación amplia, a climas permanentemente húmedos o de estaciones alternas y a gran variedad de suelos, así como por su cultivo simple, el frijol terciopelo puede contribuir eficazmente a mejorar los suelos tropicales.

BUCARE, *Erythrina* spp.

El género *Erythrina* se halla en los trópicos de ambos mundos y contiene numerosas especies utilizadas como árboles de sombra u ornamentales.

Para el sombrío de café y cacao se utilizan en América tropical los bucares, *E. poepiggiana* y *E. glauca*, árboles muy altos, de hojas trifolioladas y flores de corolas anchas, amarillas o anaranjadas.

En las Antillas y Centro América se cultiva con ese propósito también *E. berteirona*, un árbol bajo, de flores rojo brillante, con el estandarte muy angosto y largo. Esta especie se usa incidentalmente como forrajera.

Una especie suramericana, *E. edulis*, da frutos grandes, con semillas gruesas hasta de 4 cm. de largo, que se comen cocinadas.

KUDZU TROPICAL, *Pueraria phaseoloides* (*P. javanica*)

El kudzu tropical, *P. phaseoloides*, originario de Oriente, se ha introducido a los trópicos americanos como forrajera. Es una planta perenne, de raíces carno-

sas, con bejucos que alcanzan hasta 5 m. de largo, cilíndricos, delgados y pubescentes. Las hojas trifolioladas, suaves y de pubescencia escasa, constituyen un magnífico alimento para el ganado. Las flores aparecen en racimos densos y por el color morado de la corola son muy atractivas. Las vainas cilíndricas y pubescentes, miden de 3 a 5 cm. de largo, contienen numerosas semillas diminutas, hasta de 4 mm. de largo, de color gris oscuro y testa muy dura que requieren para germinar una escarificación por medios mecánicos o químicos. El kudzu se propaga fácilmente por estacas. Se han hecho ensayos para combinar el kudzu con gramíneas perennes, como el pasto elefante, sin resultados favorables.

DALBERGEAS

BARBASCOS, CUBE O TIMBO, *Lonchocarpus* spp., *Derris* spp.

Se conocen varios géneros de Leguminosas que contienen en las raíces sustancias insecticidas. Los más importantes son *Lonchocarpus*, originario de América, y *Derris* de Asia. Estos dos géneros son muy afines, y según algunos autores son inseparables; la tendencia actual es a considerarlos como géneros diferentes. El número de especies dentro de ellos que contienen materias insecticidas, es muy reducido. Las más importantes son en el primero, *Lonchocarpus nicou*, *L. utilis* y *L. urucu*; en el segundo, *Derris elliptica* y *D. malaccensis*.

El descubrimiento de las propiedades insecticidas de estas plantas se deriva de otro más antiguo: su uso para envenenar peces. Por eso en español se aplica a *Lonchocarpus* el nombre "barbasco", que es colectivo para todas aquellas plantas que se usan como venenos en la pesca. Este uso primitivo se descubrió independientemente en los trópicos asiáticos y americanos. Como en ambos géneros la producción de semillas es muy escasa, se propagaron vegetativamente, estableciendo siem-

bras primitivas cerca de los ríos en que se iban a usar. Así se pudieron conservar numerosos clones, que en las condiciones naturales habría sido difícil que sobrevivieran, pues estas especies no compiten con éxito en la selva del trópico.

En ambos casos se descubrieron también en forma independiente sus propiedades insecticidas. En *Derris* se conoce que su cultivo, o el mantenimiento de unas pocas plantas cerca de las habitaciones, estuvo asociado desde hace siglos con el cultivo de la pimienta en Malasia, pues se le emplea para combatir los insectos parásitos de esta última. En el Perú se utilizan tradicionalmente ciertas especies de *Lonchocarpus* para el control de parásitos en animales domésticos.

El uso moderno de la rotenona, nombre con que se conoce el insecticida obtenido de *Derris* y *Lonchocarpus*, se expandió en el cultivo de hortalizas, tabaco y otros, cuando se necesitó un producto tóxico a los insectos pero que no ofreciera peligro al hombre. Esto determinó que se estableciera en Oriente, Africa y América el cultivo de *Derris elliptica* y en menor grado de algunos *Lonchocarpus*, y la explotación intensa de este último

en los bosques de Brasil y Perú, y varias siembras en el área amazónica de esos países.

Derris elliptica (Fig. 25.12) es una planta perenne, de tallos trepadores, muy largos. Las hojas tienen de 4 a 6 pares de folíolos laterales y uno terminal. La forma de los folíolos varía en el ápice según el clon: en 'Sarawak creeping', por ejemplo, es acuminada, en 'Changi' obtusa. Las flores aparecen en racimos axilares, el cáliz es cupular y verdoso, la corola purpúrea. Hay clones como 'Changi', que no florecen nunca; otros cuya floriscencia abundante no lleva a la producción normal de semillas.

La especie se propaga vegetativamente, sembrando estacas con o sin raíces, de leño maduro, de unos 8 mm. de diámetro y 30 cm. de largo. El sistema de raíces que se desarrolla en estas plantas es superficial y muy ramificado. Las raíces más ricas en rotenona son las más finas, cuyo diámetro varía entre 1 a 8 mm.

Lonchocarpus, "timbó" en Brasil, "cubé" en Perú, incluye numerosas especies

americanas, pero sólo unas pocas contienen rotenona en cantidad comercial. Las principales son *L. nicou*, *L. utilis* y *L. urucu*. La identificación de estas especies es muy difícil, pues florecen rara vez. Son lianas o arbustos trepadores, de hojas pinnadas, con flores moradas en racimos densos. El fruto es una vaina aplanada, indehisciente, por lo común con 1 ó 2 semillas.

Los *Lonchocarpus* se propagan vegetativamente, sembrando estacas de 1 a 4 cm. de diámetro, que desarrollan unas pocas raíces superficiales y gruesas que son las más ricas en rotenona. La planta se arranca cuando tiene de 2 a 3 años. Como en *Derris* hay una variación muy amplia en el contenido de esa sustancia dentro de la misma especie. El centro de producción es la hoya amazónica, en el oriente del Perú y en los estados brasileños de Amazonas y Pará, obteniéndose la mayor parte de plantas silvestres.

TONKA O SARRAPIA, *Dipterix odorata*

Árbol de la región Norte de Sur América y Trinidad, cuyas semillas contienen un aceite aromático, el aceite de tonka, utilizado en la manufactura de perfumes, como sustituto de la vainilla y para aromatizar tabaco. La mayor parte del producto comercial aún proviene de árboles silvestres.

Dipterix odorata es un árbol hasta 20 m. de altura, de hojas con 3 pares de folíolos y flores pequeñas en racimos axilares. El fruto es una drupa elipsoidal, de 10 a 15 cm. de largo, de cáscara dura. Cuando los frutos se recogen del árbol se dejan secar, se abren y las semillas se depositan en alcohol por varios días; al secarse aparecen en la superficie cristales finos de coumarina, sustancia que da el olor a la tonka. La elaboración de coumarina sintética ha ido desplazando al producto natural en las últimas décadas.

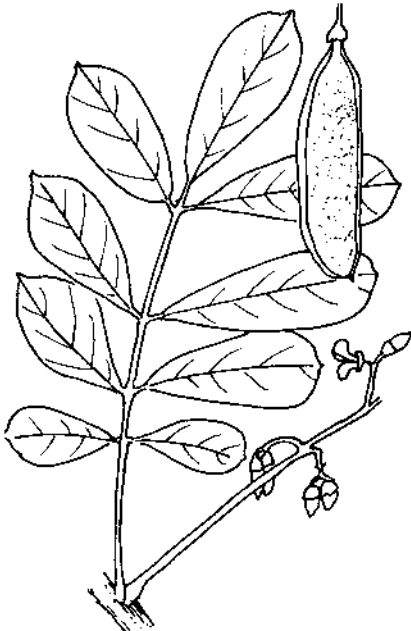


Fig. 25.12. *Derris elliptica*, derris.

NUEZ DE TAHITI, *Inocarpus edulis*

Arbol de Polinesia, introducido a Centro América donde crece bien en las tierras bajas y húmedas. Las semillas grandes, aplanadas, de cerca de 5 cm. de diámetro, se comen cocinadas o asadas cuando aún no están maduras, y son un alimento muy nutritivo.

El árbol (Fig. 25.13) tiene características muy diferentes de las otras Leguminosas. Las hojas son simples, lo cual es muy raro en esta familia, grandes y lustrosas. Las flores crecen en racimos axilares; el cáliz es bipartido y la corola regular, no papilionada, con 5 pétalos blancuzcos iguales. El fruto es una nuez aplanada, amarilla en la madurez, de 8 a 10

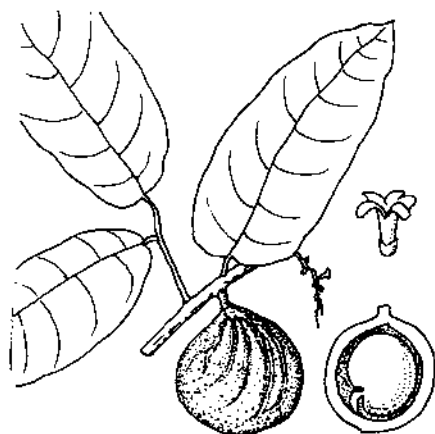


Fig. 25.13. *Inocarpus edulis*.

cm. de diámetro, con el pericarpo leñoso; contiene una sola semilla.

HEDISAREAS**MANI, *Arachis hypogaea***

El maní ha llegado a ser en los últimos 50 años una de las oleaginosas más importantes, debido a la expansión del cultivo en regiones subtropicales de Estados Unidos, Asia y en los trópicos africanos. América Latina apenas contribuye con un 7 por ciento de la producción mundial.

La expansión futura del maní en América tropical va a depender en gran parte de la producción de otras oleaginosas, especialmente de la palma africana. Hay sin embargo una utilización tradicional, el consumo como nuez, que por su valor energético y riqueza en proteínas, debe ser expandido en los trópicos.

Origen y dispersión

Las especies silvestres del género *Arachis* son todas diploides, $2n=20$, y su distribución natural abarca el Sur de Brasil, Paraguay, el Oriente de Bolivia y el Norte de Argentina. *Arachis hypogaea*, la única especie cultivada, es tetraploide, $2n=40$, desconocida en estado silvestre; su centro de domesticación debió estar en la misma

región ocupada por sus congéneres silvestres. De esa área se expandió en dos direcciones: hacia el Oeste, atravesando los Andes, llegó al Perú donde ya se cultivaba en las culturas formativas hace unos 2500 años. El maní que se halla en las tumbas peruanas tiene una protuberancia aguda cerca de la base, que sólo se encuentra actualmente en ciertos cultivares de China. Eso dio base a una idea, ya descartada, de un posible contacto precolombino entre esas dos regiones. La segunda expansión, hacia el Norte, abarcó hasta las Antillas, donde los españoles lo vieron por primera vez y adoptaron el nombre maní, y por Centro América hasta México, donde se le daba el nombre nahuatl de "cacahuatl", que significa cacao de tierra.

La introducción a África se hizo después de 1500, cuando los portugueses dominaban ambas costas del Atlántico. Por su expansión rápida e inmediata aceptación por los africanos, se le ha creído originario de ese continente.

La expansión a Asia se hizo por portugueses en India y españoles en Filipinas.

Porte y ramificación

En el maní (Fig. 25.14 A) se distinguen dos tipos extremos de porte: erecto o rastro, con numerosas formas intermedias. El porte depende de la ramificación del eje central y de la formación de ejes floríferos y vegetativos. De una axila brota sólo una yema: vegetativa, que da lugar a una hoja o ramilla, o florífera, que desarrolla en una inflorescencia.

1. En el maní erecto como 'Valencia' o 'Español', el eje central emite ramas de primer orden, con ejes florales en las partes bajas y vegetativas en las finales. De eso resulta que los frutos se concentran en la base de la planta. Hay además flores en la parte superior del tallo central.

2. En los cultivares rastro los ramos de primer orden llevan alternamente 2 ejes floríferos y 2 vegetativos; por eso la

fructificación se hace a todo lo largo de las ramas inferiores y la planta adopta una posición rastro. En estos tipos, como 'Virginia', no hay regularmente flores en el tallo central.

El tallo del maní es angular o cilíndrico, con entrenudos marcados por la inserción de las ramas y hojas, verde o con antocianina, liso o pubescente, según el cultivar.

Sistema radical

En una planta adulta hay una raíz central que alcanza de 30 a 60 cm. de largo y 4 ó más raíces principales, que crecen primero paralelamente a la superficie del suelo y luego penetran profundamente, a menudo hasta 0,5 m. Se ramifican mucho lo que resulta en un alto

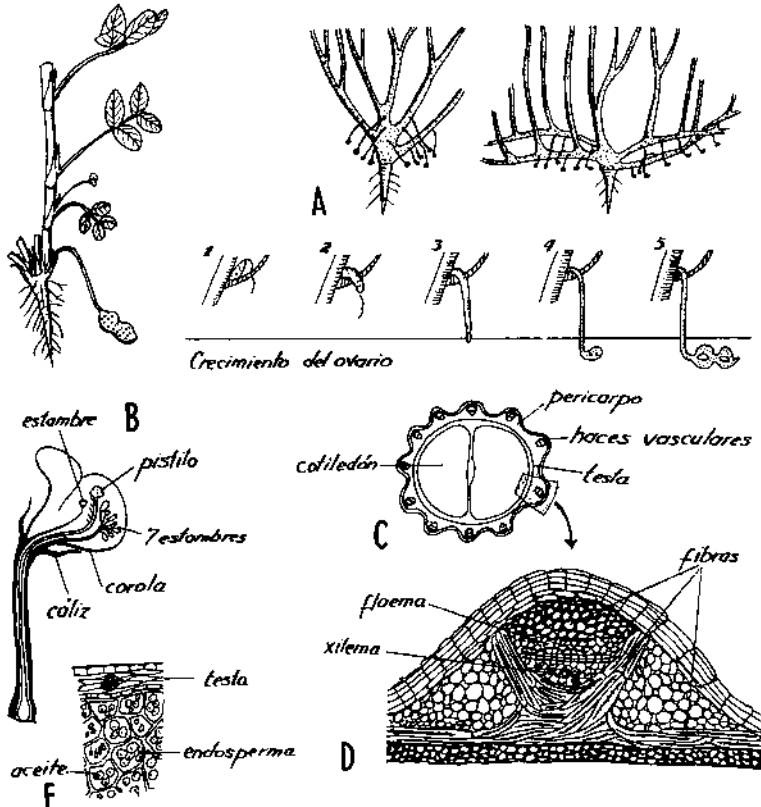


Fig. 25.14. *Arachis hypogaea*, maní. A, tipos de ramificación. B, flor. C, frutos. E, corte de la semilla. D, corte transversal del pericarpo.

número de raicillas absorbentes. Al principio éstas son más numerosas cerca de la superficie, pero conforme avanza la edad de la planta son más activas a niveles más profundos. En todas ellas hay gran cantidad de nódulos.

Hojas

Las hojas alternas aparecen en filotaxia de 2/5. En la parte superior de una ramilla se hallan hojas normales, constituidas por un pecíolo acanalado en cuya base hay soldadas 2 estípulas muy agudas, y por 2 pares de folíolos, elípticos a obovados, mucronados en el ápice, verdes, de tono variable según el cultivar. En ciertos casos hay 5, 3 y a veces sólo 1 folíolo. Las hojas inferiores van siendo menores en tamaño y número de folíolos, y en los nudos basales se transforman en catafilos.

Flores

Las inflorescencias salen en ramillas de las axilas de las hojas o catafilos. Son espigas con 3 a 6 flores, con un catafilo basal y brácteas enteras o bifurcadas en la base de cada flor. El eje floral es corto, crece en zigzag, y normalmente termina en una flor. En casos raros tiene al final una yema vegetativa que produce nuevas hojas y flores.

La flor (Fig. 25.14B) es sécil. El cáliz se une al hipantio, formando un cuerpo cilíndrico de unos 2 cm. de largo, con el ovario al fondo. En su parte superior el cáliz se divide en 5 sépalos, los 4 superiores unidos y formando el soporte del estandarte; el quinto inferior, lineal, colocado debajo de la quilla. Los pétalos y estambres están soldados por la base. El estandarte amarillo, tiene una base ancha; las alas y la quilla son muy delgadas. Los estambres forman un tubo en la parte inferior, en ángulo recto con el hipantio y luego se dividen en 10 filamentos que se curvan de nuevo en ángulo recto hacia el estandarte. Ocho de los es-

tambres son funcionales; 4 de ellos tienen anteras esféricas y uniloculadas, mientras que los otros 4, más largos y de anteras oblongas, 1 uniloculado y 3 biloculados, crecen opuestos a los pétalos. El gineceo está constituido por un ovario unilocular, hasta con 5 óvulos; el estilo largo y filiforme pasa por el hipantio, se dobla en ángulo recto al entrar en el tubo estaminal y en la región donde se dividen los estambres se dobla de nuevo en ángulo agudo, terminando en un estigma cónico, de posición superior a las anteras.

Biología floral

Las primeras flores aparecen normalmente un mes después de la siembra. Su número aumenta gradualmente al principio, luego más intensamente hasta alcanzar el máximo entre el segundo y tercer mes, para disminuir después.

El aspecto más interesante de la biología floral del maní es la elongación rápida de la flor antes de la antesis. El día anterior a ésta el botón floral no mide más de 10 mm.; crece algo durante ese día, pero es por la noche cuando su crecimiento se acelera hasta llegar a medir el día de la floración entre 5 a 7 cm. de largo. Las anteras oblongas se abren antes o inmediatamente después de la apertura de los pétalos, mientras que los estambres de anteras esféricas alargan sus filamentos hasta llegar a alcanzar el mismo tamaño de los otros, antes de soltar el polen. El mecanismo descrito indica que las flores son autofértiles; en algunos casos la corola no se abre, como sucede en las flores subterráneas.

Desarrollo del fruto

El desarrollo subterráneo de los frutos del maní, que ya había llamado la atención de los primeros naturalistas, no se explicó satisfactoriamente hasta hace pocos años. En las flores situadas en la parte inferior de la planta, hasta una altura

de unos 15 cm. del suelo, el ovario fecundado, y no un ginóforo como se creía antes, se desarrolla por la actividad de un meristema situado en su base. Crece primero unos 2 cm. hacia arriba y luego se dobla hacia el suelo. Forma entonces un bastoncito blanco o rosado, en cuyo ápice están colocados los óvulos; al llegar a tierra penetra de 2 a 8 cm. en el suelo y luego se dobla en ángulo recto. Se inicia entonces la formación del fruto, engrosándose en la base y desarrollándose primero la semilla basal, luego la inmediata, que se separa por una constricción, y en ciertos casos una tercera semilla. Los bastoncitos de flores situadas a más de 15 cm. de altura crecen, pero no alcanzan el suelo, se marchitan y desprenden.

La estructura interna del bastoncito muestra primero una epidermis con pelos finos; luego tejidos corticales en los que hay una zona de periderma; la endodermis, limita el cilindro central, formado por 10 a 14 haces vasculares separados, cuyo floema contiene bandas de fibras.

Fruto

El fruto del maní es una cápsula indehiscente (Fig. 25.14 C, D). Sin embargo, existe una superficie clara de dehiscencia, lo que se prueba al aplicar presión sobre ciertas líneas de la superficie del fruto. La cápsula está recorrida longitudinalmente por costillas o prominencias redondeadas, que se unen entre sí por ramificaciones, dejando entre ellas áreas hundidas. El epicarpo se compone en el fruto joven de unas 5 capas de células alargadas en sentido tangencial, de paredes muy finas, que en el fruto maduro se aplanan por completo. El mesocarpo presenta una estructura distinta; hay una capa espesa de fibras que forman el centro de la cáscara del fruto. De ella salen prolongaciones bifurcadas, entre cuyos brazos se hallan los haces vasculares. Estas prolongaciones forman las costillas longitudinales del fruto, unidas entre sí por tabiques transversales. Los haces vas-

culares se forman de bandas de xilema y floema, con una capa fibrosa externa muy desarrollada. El endocarpo está constituido por capas de células finas que forman la cara interna del fruto, lisa y brillante. En el fruto maduro el epicarpo y el endocarpo se reducen considerablemente quedando sólo el mesocarpo que forma la cáscara seca del maní.

Semilla

El número y tamaño de las semillas es una característica varietal. Hay de 2 a 6 semillas por fruto y sólo anormalmente una. Las semillas llenan el interior de la cápsula, están separadas por constricciones de ésta, y en el lado en que se aproximan tienen la superficie plana e inclinada.

La película (Fig. 25.14 E) que cubre la semilla, muy delgada, rojo oscuro o crema según el cultivar, se forma de la testa y de una capa de endosperma; está recorrida por líneas longitudinales que son las ramificaciones de la rafe. La epidermis se compone de células de paredes gruesas, interrumpidas por estomas. Los cotiledones están constituidos por parénquima, cuyas células contienen granos de almidón, aleurona y glóbulos de aceite.

El valor nutritivo de la semilla del maní está tanto en las proteínas, 25 a 30 por ciento del peso, como en la grasa que constituye del 45 a 50 por ciento.

Variabilidad

Hasta hace unos años se planteaba la hipótesis de que el maní se pudo originar de dos especies diferentes y que los tipos cultivados incluían varias especies. Se dio rango específico, por ejemplo, a ciertos tipos raros, como 'Rasteiro' y 'Nambiquare'. En la actualidad se cree que el maní es una sola especie; los tipos citados son cultivares con el mismo número cromosómico y se cruzan con los otros tipos de maní. El 'Nambiquare' se diferencia en la forma y tamaño del fruto, retorcido y

hasta de 8 cm. de largo, y en el color de la testa que es amarilla manchada de rojo, caso único en la especie.

Las clasificaciones de los cultivares se han hecho por países y no incluyen la variabilidad total. Algunas líneas generales de variación merecen señalarse:

1. El porte puede ser erecto, de ramificación secuencial, o rastrero y de ramificación alterna; esta característica es la más firme para clasificar los grupos de cultivares. El carácter rastrero es dominante y es determinado por 2 pares de factores. Se han creado 2 subespecies, *asiática* para los erectos y *africana* para los rastreros. Hay cierta correlación entre esta característica y el tamaño del fruto, que es más grande en los rastreros, y con el período de latencia de la semilla que es bien marcado en éstos.

2. El tamaño del fruto es un carácter sumamente variable que depende en primer lugar del número y tamaño de las semillas. En 'Virginia' hay frutos de 2 cm. de ancho, mientras que en 'Español' llegan apenas a 8 mm. El tamaño grande es dominante y determinado por 3 factores. Hay también diferencias de forma, como constricciones muy marcadas o poco profundas; ápice redondo o con prominencias.

3. Tamaño de la semilla, desde 'Microcarpa' de 5 mm. de largo, hasta formas de semillas gigantes, como 'Nambiquare', de 25 mm. de largo.

4. Número de semillas, que es generalmente de 2 en los rastreros; de 2 a 4 en los erectos.

5. Período de latencia, en los erectos hay cultivares cuyas semillas germinan inmediatamente después de recogidas y otras después de cierto tiempo. No hay informes sobre los tipos rastreros.

6. Color de la testa, rojo claro u oscuro en los rastreros, y varía de crema a rojo claro hasta púrpura en los erectos; el rojo es dominante. En 'Nambiquare' el color básico es crema con áreas rojas.

Del punto de vista agrícola los cultivares de maní, caracterizados por los fac-

tores ya citados, se conocen con nombres propios, como 'Español', 'Jumbo', 'Virginia', 'Rasteiro', etc. Por ser marcadamente autofértiles no es difícil mantenerlos como líneas puras, aunque en todos los casos pueden haber mezclas por hibridación. Las mutaciones son en el maní la fuente más importante de variación. Es de notar que ésta es una de las pocas especies en que las radiaciones ionizantes han formado mutantes de valor comercial, en este caso por resistencia a ciertas enfermedades foliares.

PEGAPEGA, *Desmodium* spp.

El género *Desmodium* abarca unas 15 especies de los trópicos americanos y del Viejo Mundo. Incluye tanto plantas bajas, rastreras, como arbustos hasta de 3 m. de alto. Son perennes, de tronco grueso y ramificado y hojas por lo común trifolioladas, a menudo con áreas grisáceas o moradas. Las flores en racimos vistosos, tienen la corola purpúrea o azulada. Al contrario de la mayoría de las Leguminosas, el fruto de *Desmodium* no es una legumbre sino un lomento, compuesto de artejos que se separan en la madurez, cada uno correspondiendo a una semilla.

Los *Desmodium* han sido utilizados como forrajeras, y se les ha llamado las alfalfas de los trópicos, o como plantas de cobertura. Entre las primeras se han cultivado *D. canum*, *D. adscendens*, *D. uncinatum* y otros, solos o asociados con gramíneas. Son de alto valor nutritivo por su contenido de proteínas y de buena palatabilidad, pero requieren cultivo especial y son de poca resistencia al pastoreo intensivo. Algunos especies arbustivas, como *D. nicaraguense*, son muy apetecidas por el ganado.

Para cobertura del suelo se utiliza especialmente *D. ovalifolium*, de Java, que cubre el terreno por completo en pocos meses. Esta y numerosas especies de *Desmodium* se propagan vegetativamente, sembrando estacas, pues la producción de semilla es baja y difícil su germinación.

Stylosanthes guyanensis

Las especies americanas del género *Stylosanthes* son hierbas bajas, anuales o perennes, que por su resistencia al pastoreo y palatabilidad han sido cultivadas en las últimas décadas como forrajeras, en Australia, Hawaii y Africa Oriental.

La más común, *Stylosanthes guyanensis*, es una hierba perenne, de 10 a 40 cm.

de alto, de ramas abiertas que enraizan en los nudos. Los tallos y hojas son con frecuencia pubescentes, con estípulas agudas y hasta de 15 mm. de largo. Las hojas tienen 3 folíolos lanceolados de 2 a 5 cm. de longitud. Las flores amarillas se agrupan en cabezuelas de 2 a 3 espigas y están rodeadas de pelos amarillentos. Esta especie se ha cultivado con algún éxito, asociada a gramíneas tropicales perennes como guinea, pará y kikuyo.

GALEGEAS

GUAR, *Cyamopsis psoraloides*

El cultivo del guar se ha intensificado recientemente en áreas subtropicales, especialmente en el Sureste de Estados Unidos, para fines industriales, pues la semilla suple una goma usada en la fabricación de papel y telas.

El guar es posiblemente originario de India y Ceilán y se le ha cultivado desde la antigüedad por sus semillas comestibles. Se ha introducido en varios países tropicales como forrajera o abono verde, sin mayor éxito. Es una especie anual, hasta de 1,2 m. de alto, de sistema radical profundo por lo que puede prosperar en áreas secas, y tallos erectos y ramificados. Las hojas tienen 3 folíolos ovoides, de margen dentado. Las flores pequeñas brotan en racimos compactos; el estandarte y la quilla son blancos y las alas moradas. Las vainas aparecen en grupos; son erectas, cilíndricas, de 8 a 10 cm. de largo, con rebordes longitudinales. Las semillas tienen la testa gris, blanca o negra, generalmente con manchas.

Se conocen numerosos cultivares, y es posible que algunos de ellos se adapten a las condiciones de América tropical.

INDIGO, AÑIL, *Indigofera spp.*

Ciertas especies de *Indigofera* rastreras o arbustivas tuvieron gran importancia

económica como productoras de añil, un tinte azul conocido desde la antigüedad. El tinte está concentrado en las hojas, que inmediatamente después de cortadas se sumergen en agua para lograr una fermentación rápida. El agua con el tinte disuelto se pasa a otro recipiente donde se somete a un proceso de aireación, el cual forma granos insolubles del tinte. En un tercer recipiente el índigo se deja depositar al fondo y se decanta el agua. La introducción al comercio de tintes sintéticos a fines del siglo anterior, terminó con esta industria, que sólo en ciertas partes de India aún se mantiene en escala reducida.

Las especies principales cultivadas como tintóreas fueron en Oriente primero *I. tinctoria*, que también se sembró en América; luego *I. sumatrana* y otras. Una especie americana, *I. suffruticosa*, cuya utilización había sido descubierta independientemente en América, fue introducida a Asia, donde a su vez fue suplantada por una especie africana, *I. erecta*, que era la más cultivada al terminarse la producción industrial.

Especies de crecimiento bajo y ramificación abundante, como los añiles rastrosos, *I. endecaphylla* e *I. hirsuta*, forman una excelente cobertura del suelo. Se han utilizado también como forrajeras pero las semillas contienen principios venenosos y su uso para tal propósito ha disminuído recientemente.

TEFROSIA, *Tephrosia* spp.

Plantas arbustivas, con hojas de folíolos numerosos, flores vistosas, blancas o violáceas; vainas grandes, pubescentes o lisas. Han sido utilizadas con dos propósitos: como barbasco para envenenar peces, pues las raíces y semillas son muy venenosas, y como abono verde. Para el último fin se cultivan especies arbustivas has-

ta de 2 m. de altura, originarias de los trópicos del Viejo Mundo: *T. candida*, de flores blancas y grandes; *T. purpurea*, de flores moradas; *T. vogeli*, de flores blancas y pequeñas. Son plantas que duran de 2 a 3 años, de raíces profundas y follaje abundante, que se pueden podar varias veces, pues retoñan vigorosamente. Crecen en suelos pobres y pueden utilizarse también como sombra temporal.

GENISTEAS**CROTALARIA, *Crotalaria* spp.**

Las crotalarias son arbustos o hierbas, anuales o perennes, con hojas trifolioladas y flores amarillas en racimos largos. El fruto es una cápsula inflada, que en la madurez por las semillas sueltas, suena como un crótalo.

Es un género de los trópicos tanto del Viejo Mundo como americanos. Se las ha utilizado para abono verde, forraje, y una especie de India, *C. juncea*, por su fibra. Para abono verde se utilizan numerosas especies arbustivas; las principales son: *C. anagyroides*, *C. spectabilis*, *C. usaramoensis*, *C. retusa*, *C. paulistana*, *C. alata*. Son arbustos de crecimiento rápido que mejoran la fertilidad del suelo, tanto por la aereación y fijación de nitrógeno que hacen las raíces, como por la cantidad de materia vegetal, follaje especialmente, que depositan sobre el suelo. La mayoría de estas especies son anuales. Por el volumen de follaje se las ha intentado usar como forrajeras, pero la presencia de alcaloides tóxicos en hojas y semillas produce envenenamientos en el ganado. Algunas de ellas son repelentes a nematodos.

Como fibrosa se cultiva *C. juncea*, originaria de India, arbusto hasta de 3 m. de alto, que se planta intensamente en ese país en los distritos de clima seco. De ella se obtienen fibras corticales del tallo, que se emplean en cordelería, fabricación de papel de cigarrillos y telas ordinarias.

En Centro América las flores de algunas especies se comen cocinadas. Este uso típi-

co no está restringido sólo a *Crotalaria*, sino que se extiende a las flores de *Cassia*, *Erythrina* y otros géneros leguminosos.

SEGADILLA, *Psophocarpus tetragonolobus*

La segadilla se cultiva en los trópicos del Viejo Mundo principalmente por las vainas que se comen tiernas; se aprovechan además las raíces tuberosas, ligeramente azucaradas y las semillas, que se comen después de tostarlas.

El nombre vulgar se origina de cigarrillas, con que la designaron los españoles en Filipinas.

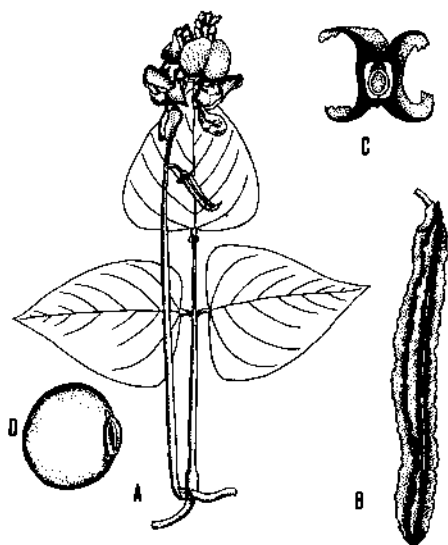


Fig. 25.15. *Psophocarpus tetragonolobus*, segadilla. A, porte. B, legumbre. C, corte transversal de la legumbre. D, semilla.

Psophocarpus tetragonolobus es posiblemente originario de África Oriental y de cultivo muy antiguo. Es una planta perenne, de tallos trepadores de varios metros de longitud, con la parte subterránea en forma de raíz tuberosa permanente. Las hojas trifolioladas (Fig. 25.15 A), de peciolo largos, tienen hojuelas ovales, de 8 a 12 cm. de largo por 4 a 10 cm. de ancho, con el ápice muy agudo. Las flores se agrupan en racimos al final de pedúnculos largos. La corola es blanca o azulada. Las vainas (Fig. 25.15 B, C) recatas, carnosas, verdes, miden de 15 a 30 cm.

de largo por 2 a 3 cm. de ancho. Lo más característico en ellas son las 4 alas longitudinales, prominentes y onduladas, de bordes recortados, que corresponden a las 4 esquinas de la legumbre. Las semillas planas (Fig. 25.15 D), de color castaño oscuro y brillantes, están envueltas por la pulpa de la vaina.

Las legumbres tiernas cocinadas son de sabor agradable y contienen una apreciable cantidad de proteínas, calcio y hierro.

Recientemente se ha utilizado la segadilla para cobertura y abono verde.

CESALPINACEAS

TAMARINDO, *Tamarindus indica*

El cultivo del tamarindo se extendió de África, donde es originario, a Asia en tiempos prehistóricos. En India ha alcanzado su mayor desarrollo. A América fue introducido en el siglo XVI, y aunque las plantas americanas difieren en ciertos caracteres de las asiáticas, no se justifica separarlas como especies diferentes. Su uso principal en los trópicos americanos es la preparación de refrescos.

El tamarindo (Fig. 25.16) es un árbol de copa hemisférica, que alcanza hasta 25 m. de altura. Las hojas son bipinnadas con 12 a 16 pares de folíolos. Las flores salen de ramillas cortas, en las ramas adultas; el cáliz se compone de 4 sépalos; la corola de 5 pétalos, 3 grandes amarillos con venas rojas y 2 menores y angostos. Hay 3 estambres, unidos por la base. El ovario es alargado y termina en un estilo curvo.

La vaina es aplanada, recta en el dorso, ondulada en el lado ventral, de 5 a 12 cm. de longitud, con 2 a 6 semillas en los árboles americanos. En India hay cultivares con frutas hasta de 24 cm. de largo y una docena de semillas. La legumbre tiene 5 ó 6 suturas longitudinales y es de superficie lisa o escabrosa. El pericarpo es

delgado y duro; se compone de una capa de células corchosas y otra de esclerenquima, un tejido fuerte que le da sostén. El mesocarpo o pulpa, utilizado especialmente para refrescos, es en el fruto maduro una masa de parénquima, con pocas fibras y haces vasculares. La pulpa del tamarindo es una de las sustancias orgánicas más ácidas conocidas, pues tiene de 8 a 12 por ciento de ácido tartárico, contiene además de 30 a 40 por ciento de azúca-

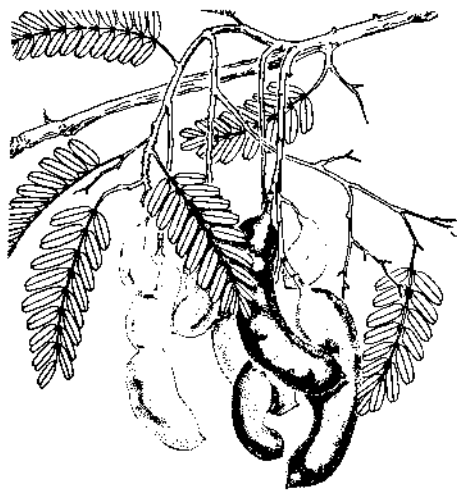


Fig. 25.16. *Tamarindus indica*, tamarindo.

res, 3 por ciento de proteína y cantidades apreciables de vitamina B, hierro y calcio.

Las semillas son comestibles, tostadas o hervidas, una vez removida la testa.

COURBARIL, GUAPINOL, *Hymenaea courbaril*

Esta especie de los trópicos americanos es un árbol bajo, muy ramificado, de hermoso follaje. Las hojas tienen sólo un

par de folíolos asimétricos, de 5 a 10 cm. de largo. Las flores purpúreas aparecen en panículas terminales. El fruto oblongo y aplanado, de 8 a 10 cm. de largo por 3 a 4 cm. de ancho, es de pericarpo duro, como madera. El mesocarpo es muy delgado y suave; en la madurez forma un polvo fino, amarillento, de olor peculiar, que rodea las semillas y el lado interno de las valvas. Esta sustancia es posiblemente el alimento más nutritivo conocido de los trópicos, aunque por su aspecto y olor es poco atrayente.

MIMOSACEAS

GUAMO, *Inga* spp.

El uso de varias especies de *Inga* (Fig. 25.17) como sombra de café y cacao se ha extendido por todos los países intertropicales de América. Se originó en la práctica establecida por los indios de sombrar cacao con *Gliricidia sepium*, árbol leguminoso al que los primeros españoles llamaron madre del cacao. El uso de esta especie y de otras leguminosas se extendió al cultivo del café en el siglo pasado. Los árboles de *Inga* y de otros géneros se plantan en filas en los cafetales o cacaoales; se poda su follaje de modo que no compitan por agua con los otros cultivos durante la estación seca, y para que agreguen una cobertura de follaje seco al suelo. La sombra reduce los rendimientos, pero tiende a conservar el suelo y a incrementar su fertilidad.

Otra utilidad de las *Inga* son sus frutos. Estos son vainas cilíndricas o aplanadas, que contienen semillas grandes con arillos blancos, succulentos y azucarados, que constituyen la parte comestible. Se cultivan en los trópicos como frutales varias especies: en Sur América *Inga edulis*, del Amazonas, de frutos cilíndricos, hasta de 1 m. de largo; *I. densiflora*, de frutos planos; *I. feuillei*, pacaé, de Perú y Bolivia. En México y Centro América *I. jinicuil*, *I. paterno* y otros. En esta última región

se consumen también las semillas cocinadas. Las *Ingas* se distinguen por tener hojas pinnadas simples, inflorescencias en racimos o cabezuelas esféricas. Los frutos son indehiscentes y los embriones vivíparos, es decir, que inician su desarrollo dentro del fruto cerrado.

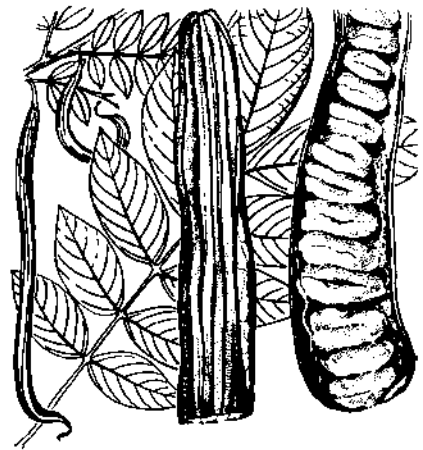


Fig. 25.17. *Inga edulis*, guamo.

GUAJE, *Leucaena leucocephala* (*L. glauca*)

Esta especie nativa de los trópicos americanos, no tiene en su área de origen mayor importancia. En cambio en Hawái, Filipinas y el Noreste de Asia es de valor como forrajera, en la rehabilitación

de terrenos agotados o como fuente de combustible. Contiene de 7 a 8 por ciento de proteína en las hojas y es capaz de rendir por área mayor cantidad que las leguminosas pratenses tropicales. Se planta en los potreros, donde el ganado alcanza las ramas o se corta el follaje.

Leucaena glauca es un árbol bajo, hasta de unos 6 m. de alto, de tronco poco ramificado. Las hojas son bipinnadas, con

4 a 8 pares de pinnas, cada una de éstas lleva a su vez de 10 a 15 pares de folíolos lineales a oblongos, de 7 a 15 mm. de largo por 3 a 4 mm. de ancho. Las inflorescencias son esféricas, blancas, de 2 a 3 cm. de diámetro, con 100 a 200 flores diminutas. Las vainas planas, delgadas, de 1 a 6 cm. de largo por 1,5 a 2 cm. de ancho, contienen varias semillas elípticas, aplanadas, de color marrón.

REFERENCIAS

- ACOSTA, J. C. y PETRACHE, M. L. The transfer of the bushy character from cowpea (*Vigna sinensis* (Linn.) Savi) to sitao (*Vigna sesquipedalis* Fruw.). Philippine Agriculturist 43:535-547. 1960.
- BOUFFIL, F. Biologie. ecologie et sélection de l'arachide. France. Ministère d'Outre Mer. Bulletin Scientifique no. 1. 1951. 115 p.
- BUNTING, A. H. A classification of cultivated groundnuts. Empire Journal of Experimental Agriculture 23:158. 1955.
- BURKART, A. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. 2ª ed. Buenos Aires. Acme, 1952. 590 p.
- _____ y BRUCHER, H. *Phaseolus aborigineus* Burkart, die mutmatliche andine stammform der kulturbohne. Der Zuchter 23:65-72 1953.
- CERIGHELLI, R. Cultures tropicales. I. Plantes vivrières. Paris, Baillière, 1955. 1 v.
- CLAUSEN, R. T. A botanical study of the yam beans (*Pachyrrhizus*). Cornell Agricultural Experiment Station. Memoir 264. 1944. 38 p.
- CONAGIN, C. H. Morfologia da flor e formação do fruto no amendoim cultivado (*Arachis hypogaea* L.). Bragantia 14:259-266. 1955.
- CHEVALIER, A. Monographie de l'arachide. Paris, Museum d'Histoire Naturelle, 1936. 872 p.
- DOUTT, M. T. Anatomy of *Phaseolus vulgaris* L. var. Black Valentine. Michigan Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 128. 1932. 31 p.
- ESELTINE, G. P. VAN. Variation in the Lima bean, *Phaseolus lunatus*, as illustrated by its synonymy. New York State Agricultural Experiment Station Technical Bulletin no. 182, 1931. 24 p.
- EZEDINMA, F. O. C. Some studies on the vegetative and reproductive patterns in cowpea. (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in Southern Nigeria. Nigeria Agricultural Journal 21:32-34. 1965.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Tabulated information on tropical and subtropical grain legumes. Rome, 1959. 367 p.
- GOMEZ, R. P. A cultura dos timbós. Rio de Janeiro, Ministerio de Agricultura, 1946. 20 p.
- HERNANDEZ, X. E., MIRANDA, C. S. y PRYWER, C. El origen de *Phaseolus coccineus* L. *darwinianus* HDZ. X. & Miranda, C., subespecies nova. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 20:99-121. 1959.
- HIGBEE, E. C. Lonchocarpus, Derris and Pyrethrum cultivation and sources of supply. U.S. Department of Agriculture. Miscellaneous Publication no. 650. 1948. 36 p.
- IVANOV, N. R. The cultivated beans species of Latin America. Proceedings USSR Congress of Genetics, Plant and Animal Breeding 3:235-244. 1929.
- _____ Geographical regularities in the distribution of the cultivated Phaseolinae. Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding (Leningrad) 2:41-106. 1937.

- JACQUES-FELIX, H. Pour un enquete sur le voandzou (*Voandzeia subterranea* Thou.). *Agronomie Tropicale* 5:62-73. 1950.
- JOHNSON, H. W. y BERNARD, R. L. Soybean genetics and breeding. *Advances in Agronomy* 12:149-221. 1962.
- KAPLAN, L. Archeology and domestication in American *Phaseolus* (Beans). *Economic Botany* 19:358-368. 1965.
- KOOIMAN, H. N. Monograph on the genetics of *Phaseolus*. *Bibliographia Genetica* 8:295-413. 1931.
- KRAPOVICKAS, A. y RIGONI, V. A. Nuevas especies de *Arachis* vinculadas al problema del origen del maní. *Darwiniana* (Argentina) 11:431-455. 1957.
- KRAUSS, F. G. The pigeon pea (*Cajanus indicus*), its importance, culture and utilization in Hawaii. *Hawaii Agricultural Experiment Station Bulletin* no. 64. 1932. 46 p.
- MACKIE, W. W. Origin, dispersal and variability of the Lima bean, *Phaseolus lunatus*. *Hilgardia* 15:1-28. 1943.
- MAZZANI, B. El maní en Venezuela. Maracay, Venezuela, Centro de Investigaciones Agronómicas, 1961. 138 p.
- MENEZES, O. B. de. Estudos para a genética do guando. Rio de Janeiro. Ministerio de Agricultura, 1944. 15 p.
- MOREAU, R. E. *Derris* agronomy: an annotated bibliography and a critical review. Nairobi, Government Printer, 1944. 24 p.
- OCHSE, J. J. y BRINK, B. R. C. VAN DEN. *Vegetables of the Dutch East Indies*. Buitenzorg, Java, Archipelddrukkerij, 1931. 1005 p.
- PAZ DE ERICKSON, ANA MARIA, comp. Frijol (*Phaseolus spp.*); bibliografía de las publicaciones que se encuentran en la Biblioteca del Instituto. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Biblioteca Conmemorativa Orton, 1965. 347 p. (IICA, Lista Bibliográfica N° 4).
- RIVALS, P. Le dolique d'Egypte ou lablab (*Dolichos lablab*). *Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropicale* 33:314-322; 518-537; 1953.
- RIZZO, F. J. y GRUNWALD, O. Sarrapia (*Coumarouna punctata*). *Agricultor Venezolano* 17(157):36-41. 1952.
- SAYER, J. A revision of *Canavalia*. *Brittonia* 16: 106-181.
- SCHAAFFHAUSEN, R. *Dolichos lablab* or hyacinth bean. *Economic Botany* 17:146-153. 1963.
- SORNAY, P. DE. Les plantes tropicales alimentaires et industrielles de la famille des Legumineuses. Paris, Challamel, 1913. 489 p.
- STEINMETZ, F. H. y ARNY, A. C. Classification of the varieties of field beans, *Phaseolus vulgaris*. *Journal of Agricultural Research* 45:1-50.
- THE PEANUT, the unpredictable legume. A symposium. Washington, The National Fertilizer Association, 1951. 333 p.
- THE SOYBEAN: Genetics, breeding, physiology, nutrition, management. A. G. Norman, editor. New York, Academic Press, 1963. 239 p.
- TOXOPEUS, H. J. Studies in the breeding of *Derris elliptica* and *Derris malaccensis*. *Euphytica* 1:34-42; 175-183. 1952.
- WOODCOCK, E. Carpel anatomy of the bean. *Papers of the Michigan Academy of Sciences, Arts and Letters* 20:267-273. 1935.
- WHYTE, R. O. et al. Las leguminosas en la agricultura. Roma, FAO, 1955. 405 p. (FAO. Estudios agropecuarios no. 21).
- YARNELL, S. H. Cytogenetics of the vegetable crops. VI. Legumes. *Botanical Review* 31: 247-330. 1965.

ROSACEAS

26

La familia de las Rosáceas que se distingue en las zonas templadas por el número y calidad de especies frutales, como el manzano y el peral, no tiene en los trópicos ninguna especie de importancia en ese aspecto. En las tierras altas de los trópicos se cultivan algunas especies exóticas o nativas y en las áreas bajas hay unos pocos frutales autóctonos de cultivo incipiente.

ESPECIES SUBTROPICALES

NISPERO DE JAPON, *Eriobotrya japonica*

Eriobotrya japonica (Fig. 26.1) es la más difundida entre las Rosáceas frutales de los trópicos. Su centro de origen es posiblemente el Sur de China, pero se la cultiva con más intensidad en Japón, donde se conocen muchos cultivares. En los países tropicales se la planta arriba de los 1.000 m., pues requiere una estación fría para la formación de frutos.

Es un árbol bajo y ramificado, de hojas obovadas o lanceoladas, de 12 a 20 cm. de largo, dentadas, arriba de color verde brillante, cubiertas de una pubescencia blancuzca por debajo. Las flores aparecen en panículas terminales; tienen el cáliz con 5 sépalos agudos y corola de 5 pétalos oblongos, blancos, agudos en la base. Hay 20 estambres y los 5 pistilos están unidos en la parte inferior. Los frutos

esféricos o piriformes, de 2,5 a 6 cm. de largo, amarillos, tienen una cáscara fina y fuerte; la pulpa o mesocarpo es blanca o amarilla según el cultivar, jugosa y ácida. Hay de 1 a 10 semillas ovoides, con la testa de color castaño. Esta especie es por lo general autoestéril y requiere polinización cruzada.

En las áreas subtropicales se han desarrollado muchos cultivares que difieren en el color de la pulpa, tamaño del fruto, número de semillas, cosecha tardía o temprana y otras características.

CAPULI, *Prunus serotina* **var. *capuli***

Frutal de los trópicos americanos que crece óptimamente sobre los 1.200 m. Es originario de México, aunque los mejores tipos se conocen en las tierras altas de Ecuador.



Fig. 26.1. *Eriobotrya japonica*, níspero del Japón.

El capulí (Fig. 26.2) es un árbol hermoso, hasta de 12 m. de alto. Las hojas de pecíolos largos y finos, tienen la lámina lanceolada u oblonga, de 8 a 12 cm. de largo, con el ápice, agudo y los bordes aserrados. Las flores crecen en racimos. Las frutas esféricas, de 1,5 a 2 cm. de diámetro, tienen la cáscara rojo oscuro y pulpa verde pálido, jugosa y agrídulce. La semilla ocupa la mayor parte del fruto.

MANZANITA, *Crataegus pubescens*

Llamado tejocote en México, de las tierras altas de México y Guatemala, es un árbol bajo, de frutos amarillos y esféricos que miden de 1 a 2 cm. de diámetro. La pulpa comestible, seca y poco azucarada, rodea 3 semillas grandes.

MORAS, *Rubus spp.*

Las moras o zarzamoras no son tan importantes en los trópicos como en las regiones templadas. Crecen en las cordilleras arriba de 1.000 m. y muchas especies tienen una amplia distribución geográfica.

Son plantas perennes, de ramas largas y espinosas. Las hojas se dividen en 3 a 5 folíolos de bordes dentados, con los nervios corrientemente provistos de espinas en la cara inferior de la lámina. Las flores aparecen en racimos. El cáliz de 5 sépalos agudos es permanente. Hay muchos estambres y carpelos unidos al receptáculo central. Cada carpelo está compuesto por un ovario con 2 óvulos y 1 pistilo largo. El fruto es compuesto, formado por la agregación de los carpelos engrosados al receptáculo. De cada carpelo se desarrolla sólo un óvulo de exocarpo delgado, mesocarpo acuoso y endocarpo duro que rodea la semilla. En *Rubus* la mayoría de las especies tienen frutos rojos o morados.

MORA DE CASTILLA, *Rubus glaucus*

Crece en las tierras altas de México a Perú; es una planta vigorosa, de tallos espinudos, cubiertos de un polvo blancuzco. Las hojas trifolioladas tienen pecíolos cilíndricos y blancuzcos, están provistos de espinas, que también se hallan en los nervios de la cara inferior de la lámina. Los folíolos son ovoides, de 5 a 9 cm. de largo, aserrados, verde oscuros



Fig. 26.2. *Prunus capuli*, capulín.

en la parte superior y blancuzcos en la inferior. Las flores de corola blanca, de 2 a 2,5 cm. de diámetro, salen por lo común en racimos terminales. Los frutos esféricos o elipsoidales, miden de 1 a 2,5 cm. de longitud; son de color rojo oscuro en la madurez, acidulos y aromáticos. Las semillas son pequeñas y suaves. Este es posiblemente el mejor de los *Rubus* de los trópicos americanos; de esta especie se conocen varios cultivares.

Rubus macrocarpus, da frutas más grandes, hasta de 5 cm. de longitud, pero de calidad inferior. En *R. adenotrichus* de Sur América, los frutos miden hasta 2 cm. de largo y son de buena calidad.

FRAMBUESAS, *Rubus* spp.

Las frambuesas se distinguen de las moras por tener en la madurez los carpelos separados del receptáculo central. Hay varias especies tropicales, que tienen la

ventaja de crecer en los lugares bajos. La más común es *Rubus rosaefolius*, nativa de India. Es una planta de tallos largos, con espinas cortas y espaciadas. Las hojas tienen de 5 a 9 folíolos ovado lanceolados, de 5 a 8 cm. de largo, de bordes dentados; lisas y verde claras en el lado superior, pubescentes en el reverso. Las flores de corola blanca, de 3 a 5 cm. de diámetro, nacen solitarias o en racimos de pocas flores. Los frutos cónicos, de 2 a 2,5 cm. de largo, suaves y de color rojo brillante, a menudo se despedazan al separarlos de la planta.

R. albescens, de Ceilán, de tallos blancuzcos y espinosos, tiene hojas con 5 a 7 folíolos ovales, de ápice agudo y bordes muy aserrados. Es característica la pubescencia blanca del revés de los folíolos, que contrasta con el verde oscuro del lado superior. Las flores, de corola rosada, salen en grupos numerosos. Los frutos cónicos, de 2 cm. de largo, son de color rojo oscuro y de sabor agradable.

ESPECIES TROPICALES

ICACO, *Chrysobalanus icaco*

El icaco (Fig. 26.3 A) se cultiva poco; crece espontáneamente en los litorales de América y Africa en donde se recogen sus frutos. Es un árbol bajo y achaparrado, de hojas redondas a obovadas, coriáceas, verde brillante en la cara superior, de 5 a 8 cm. de largo. Las flores (Fig. 26.3 B) salen en racimos axilares cortos; tienen 5 sépalos verdes y pubescentes y 5 pétalos blancos, numerosos estambres y el ovario esférico que termina en un estilo cónico y fino. El fruto (Fig. 26.3 C) obovoide o esférico, de 2 a 5 cm., de color rosado, rojo o morado, contiene una pulpa blanca, algodonosa, ligeramente dulce. El mesocarpio está formado por células de parénquima muy alargadas en sentido radial, a menudo con fibras dirigidas en el mismo sentido, que le dan la consistencia esponjosa característica. El icaco se utili-

za especialmente en la preparación de dulces.

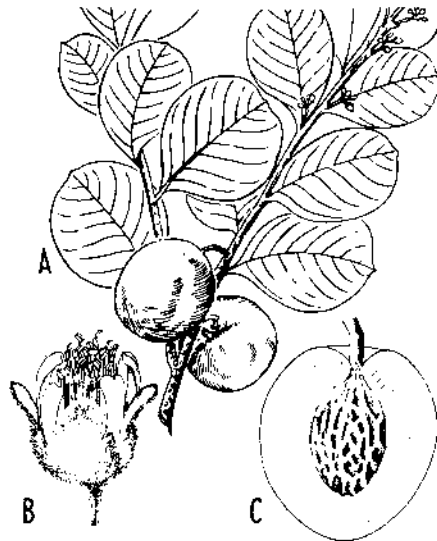


Fig. 26.3. *Chrysobalanus icaco*, icaco. A, porte. B, flor. C, fruto.

ZONZAPOTE, *Licania platypus* y otras especies

Las *Licanias* son árboles de las tierras bajas de los trópicos, de gran porte, que alcanzan hasta 30 m. de alto. Las hojas alternas y dísticas miden de 10 a 20 cm. de largo por 3 a 5 cm. de ancho. La inflorescencia es una panícula terminal, hasta de 30 cm. de largo. Las flores muy pequeñas, de 5 a 8 mm. de diámetro, pilosas, blancuzcas, tienen pétalos obovados con los bordes recortados. Hay numerosos estambres.

Los frutos son muy grandes; se desarrollan sólo de 1 a 3 en cada panícula; son elipsoidales, de 15 a 20 cm. de largo por 10 a 15 cm. de diámetro, de color castaño oscuro, recubiertos de lenticelas blancas. La pulpa amarilla, jugosa, azucarada y ligeramente acidula, está atravesada por fibras; hay una sola semilla grande, de 6 a 8 cm. de largo por 4 a 5 cm. de diámetro.

El nombre azteca de zonzapote se aplica en México y Centro América a *L. platypus* (Fig. 26.4 A). En Brasil se llama oti a varias *Licanias*, de las cuales las más comunes como frutales son *L. salzmännii*, oti de Bahía (Fig. 26.4 B), de frutos elipsoidales hasta de 15 cm. de largo, y *L. tomentosa*, de frutos más cortos y redondeados, de unos 5 cm. de diámetro.

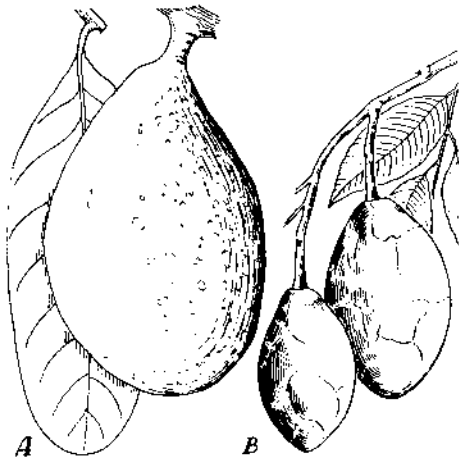


Fig. 26.4. A, *Licania platypus*. B, *L. salzmännii*.

OLOSAPO, *Couepia* spp.

En México y Centro América el olosapo, *Couepia floccosa* (Fig. 26.5), crece espontáneamente en la vertiente del Pacífico. Es un árbol bajo y muy ramificado, de hojas de color verde oscuro y brillante arriba, blancas y pubescentes en el reverso. Las flores pequeñas, de unos 12 mm. de diámetro, tienen pétalos recortados, rosados en el ápice y amarillos en la parte inferior. Hay muchos estambres rodeando un estilo fino, piloso en la base. En estas especies el receptáculo, órgano típico de las Rosáceas, presenta una cavidad lateral.

El fruto es una drupa ovoide, alargada, aguda al ápice, de 6 a 8 cm. de largo por 3 a 5 cm. de diámetro, con la cáscara amarillenta verrucosa y la pulpa amarilla y dulce.

En Sur América el género *Couepia* contiene varias especies frutales: PAJU-RA, *C. bracteosa*, *C. rufa* y otras, utilizadas en la preparación de jaleas y conservas.

Varias especies del género *Parinarium* del Amazonas, dan frutos que se recogen

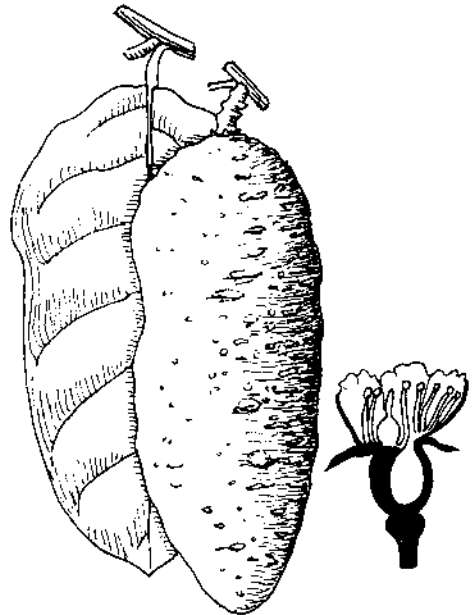


Fig. 26.5. *Couepia floccosa*, fruto y flor.

de árboles silvestres y se usan para los mismos propósitos.

OITICICA, *Licania rigida*

Este árbol del noroeste del Brasil suple aceite que se usa en la preparación de barnices y pinturas. Crece en zonas muy secas y alcanza un gran desarrollo, conociéndose árboles hasta de 30 m. de alto, con la copa muy amplia y compacta. El follaje permanece verde durante todo el

año. El producto comercial se obtiene de las semillas que están recubiertas por un pericarpo delgado; son rojizas y miden unos 5 cm. de largo por 2 a 3 cm. de ancho. La semilla contiene del 50 al 70 por ciento de aceite. La mayor parte de aceite de oiticica se obtiene aún de árboles silvestres. Su cultivo se ha iniciado particularmente con la propagación vegetativa por injerto, ya que así se obtienen cosechas más tempranas y se elimina la alta variabilidad que caracteriza la población de esta especie.

REFERENCIAS

BAYMA, C. Oiticica. Rio de Janeiro. Ministerio de Agricultura, 141 p.

HOEHNE, F. C. Frutas indígenas. Sao Paulo, Instituto de Botánica, 1946. 88 p. (Instituto de Botánica. Publicação da Serie "D").

KENNARD, W. C. y WINTERS, H. F. Frutas y nueces para el trópico. Trad. del inglés. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1963. 177 p.

POPENOE, W. y PACHANO, A. The capulin cherry, *Journal of Heredity* 13:57-62. 1922.

EUFORBIACEAS

27

Las Euforbiáceas incluyen plantas de porte muy diferente: árboles, lianas, arbustos, hierbas, en que es característica la presencia de canales laticíferos. Las flores son por lo común unisexuales, las pistiladas con el ovario de 3 lóculos. En la semilla es notable la presencia de una carúncula; los cotiledones, que ocupan la mayor parte de ella, son ricos en aceites.

Las Euforbiáceas constituyen una familia de gran importancia económica; por el látex: *Hevea brasiliensis* (jefe), *Manihot glaziovii* y varias *Euphorbia*; por el aceite de las semillas: *Aleurites spp.* (tung), *Ricinus* (higuerilla) y otras; por raíces comestibles: *Manihot esculenta* (yuca, mandioca); como frutales, varias especies de los trópicos asiáticos. Hay además muchas Euforbiáceas ornamentales y medicinales.

YUCA, MANDIOCA, *Manihot esculenta*

La yuca es la principal planta alimenticia en vastas regiones de los trópicos, como la cuenca amazónica y el centro de Africa. Es primariamente un alimento energético, que suple por área más calorías que ninguna otra planta, muy superior en ese aspecto al maíz, arroz y tubérculos. Su deficiencia principal es el bajo contenido de proteínas, que no llega al 2 por ciento en peso fresco, lo cual se ha obviado en Africa al consumir las hojas tiernas que contienen de 15 a 18 por ciento de proteína. En América tropical, una alimentación basada en yuca debe complementarse con pescado, carnes, frijoles y otras fuentes proteicas. La yuca es rica en vitamina B, fósforo y hierro y baja en calcio.

El consumo humano en América se hace en tres formas principales. La más importante es como verdura, cocinando o asando las raíces. En segundo lugar en la preparación de un pan, el casabe, el cual se obtiene por un proceso largo que permite transportarlo y conservarlo por meses. Un tercer uso, mucho más reducido, es la preparación de salsas en que la yuca sirve de base, a la cual se agregan otros vegetales, ricos en vitaminas y minerales. Un producto industrial de la yuca, la tapioca, se consume en Estados Unidos y Europa para confeccionar postres. Indonesia era el principal productor de tapioca antes de la última guerra.

La yuca tiene otras aplicaciones industriales en la elaboración de almidón, dextrina, carburantes, alcohol.

Ofrece también muchas posibilidades como planta forrajera. La harina de ho-

jas y ramas nuevas tiene alrededor de 15 por ciento de proteína, y en rendimiento es superior a la alfalfa.

Desde el punto de vista del cultivo la yuca presenta notables ventajas; es una planta de alta resistencia a insectos, en particular a la langosta migratoria; no es exigente en calidad de suelo, y requiere cuidados culturales mínimos. Al contrario de otras especies alimenticias de los trópicos, como los ñames, en la yuca no se emplea para su propagación vegetativa ninguna parte comestible.

Sistemática

Las yucas cultivadas pertenecen a una sola especie, *Manihot esculenta*, de la cual son sinónimos: *M. utilissima*, *M. edulis*, *M. utilis* y *M. ahipi*. En un principio se creyó que las yucas podrían dividirse en dos especies, amargas, *M. utilissima*, y dulces, *M. ahipi*; esta clasificación, basada en un carácter muy inestable, ha sido abandonada.

Origen

Todas las especies del género *Manihot* son americanas. Hay dos áreas de concentración de especies: una en la vertiente del Pacífico de México y Norte de Centro América; la otra se extiende de Paraguay al Noreste del Brasil. Ambas áreas son de clima seco, con estaciones alternas. Las especies más vecinas a la yuca cultivada se hallan en la segunda; en vista de que no se conoce ningún tipo de yuca realmente silvestre, y de que en esa área es donde los cultivares son más numerosos y los usos más variados, es presumible asumir que ese sea su centro de origen. De ella pudo extenderse al otro lado de los Andes y restos de yuca que datan de 4.000 años se hallan en las culturas costeñas del Perú. También se extendió en épocas precolombinas por las Antillas y Centro América hasta México, donde su cultivo es muy antiguo. El nombre más

común para esta especie, yuca, fue adoptado por los españoles en las Antillas y diseminado por ellos en toda su área de dominio. El término mandioca se utiliza en Brasil y Paraguay especialmente. En estos países hay gran riqueza de nombres indígenas para los diferentes cultivares.

La expansión de la yuca en Africa fue especialmente notable. Se realizó pocos años después que los Portugueses establecieron el comercio entre los dos lados del Atlántico. La yuca tuvo una aceptación inmediata y una expansión tan rápida que muchos de los primeros viajeros europeos la creyeron nativa de ese continente. Creó una "civilización de la mandioca", en la cual se inventaron nuevos usos, como el consumo humano de las hojas y tallos nuevos, y la preparación de bebidas fermentadas.

La introducción a los trópicos de Asia ocurrió pocos después del establecimiento de los Españoles en Filipinas y los Portugueses en India. Su expansión fue mucho más lenta que en Africa y no ha llegado a ser tan importante en la alimentación popular. Sin embargo la producción industrial de tapioca constituyó una actividad de gran valor económico en Indonesia.

Porte y ramificación

El porte de la yuca es extremadamente variable, y depende del tipo de ramificación. Plantas crecidas de semillas tienen por lo común un solo tallo, largo y simple, con escasa ramificación en el ápice. En la mayoría de las plantas propagadas vegetativamente el tronco se divide, a cierta altura, en 2 ó 3 ramas, las que a su vez se dividen en otras tantas sucesivamente, dando a la planta forma de parasol. El ángulo en que las ramas brotan del tronco y su crecimiento recto o curvo son característicos de cada cultivar. Hay clones en que las plantas se ramifican en 2 ó 3 ramas cada vez pero no llegan a formar una planta simétrica.

En las yucas propagadas por estacas las raíces comienzan a crecer una semana des-

pués de la siembra. El primer período de crecimiento de la planta, que dura de 6 a 8 meses según el clon, consiste en la formación de partes aéreas, y por peso la planta tiene 50 por ciento de follaje, 40 por ciento de tronco y ramas y sólo un 10 por ciento de raíces. En el segundo período, que dura unos 3 meses, las raíces aumentan considerablemente mientras que el follaje se mantiene sin cambios. Al final hay de nuevo formación de hojas, y la relación entre partes subterráneas y aéreas se estabiliza antes de la cosecha.

El tronco y las ramas tienen nudos formados por las bases de las hojas, que son caedizas. El nudo (Fig. 27.1 A) es una estructura prominente, cuya forma y tamaño son característicos de cada cultivar. Se compone de la base de la hoja, con una yema axilar en el lado superior que casi nunca se desarrolla, y de 2 estípulas laterales, grandes o cortas, lisas o dentadas, según el cultivar. La distancia que separa los nudos es otra característica varietal, la cual sin embargo, es afectada por las condiciones ambientales. La distancia entre nudos en el tronco por lo común disminuye de abajo hacia arriba; en las ramas es mayor en la parte inferior, menor en el centro y de nuevo se incrementa en la porción terminal.

Los nudos determinan también la forma del tallo; éste es por lo común cilíndrico en la parte inferior, y su diámetro varía de 2 a 6 cm. En la parte superior tiende a ser prismático, pues de los nudos salen hacia abajo prominencias longitudinales. La anchura del tallo y ramas es también una característica varietal.

El color del tallo es típico del clon y varía con la edad de la planta. En las partes nuevas puede ser blanquizco, verde de varios tonos, pardo, rojo claro a oscuro. Conforme avanza en edad aparecen manchas de diferentes tonos, que también son características de cada clon.

Hojas

Las hojas de la yuca son caedizas y duran de 1 a 2 meses. Los pecíolos lar-

gos y finos, de 20 a 40 cm. de largo, son rectos o curvos según el cultivar. El color del pecíolo es una característica varietal; puede ser púrpura, rojo o verde, uniforme o manchado. La lámina es palmeada, por lo común con 5 a 7 folíolos, en algunos clones hasta 11 (Fig. 27.1 B). El número de folíolos es menor en las hojas inferiores y no es raro encontrar láminas enteras hacia la base del tronco. Además de variar en número según la posición, también cambian según la estación, pues las hojas formadas en la época lluviosa tienen por lo regular menos folíolos. La forma de los folíolos si es un carácter más estable para cada clon; los 2 laterales son diferentes de los 3 ó 5 centrales, que son similares en forma y tamaño. Los folíolos centrales pueden ser lineares, rómbicos u oblanceolados. El factor que determina folíolos angostos es dominante sobre anchos, pero su expresión varía con las condiciones ambientales. Hay otra variante en la forma: en muchos cultivares se presenta un ensanchamiento que puede estar en la base, al medio o hacia la parte terminal del folíolo, según el clon. El color de los nervios, verde, amarillo o rojo, es otra característica varietal y puede ser igual o diferente en los 2 lados de la hoja. No hay tampoco una relación constante entre el color del pecíolo y el de los nervios. Las hojas son marcadamente bifaciales, con el lado superior verde brillante, de tonos claros u oscuros según el cultivar; el inferior varía de gris a azul. No hay relación en la intensidad del color entre una y otra cara.

Inflorescencia

Las inflorescencias aparecen en los extremos de las ramillas, o en las axilas de las hojas. Son panículas de 5 a 15 cm. de largo provistas de brácteas basales angostas y agudas, contienen alrededor de 50 flores estaminadas y 6 pistiladas, éstas últimas en la parte inferior. En algunos clones se presentan flores hermafroditas en abundancia, y no es raro que una

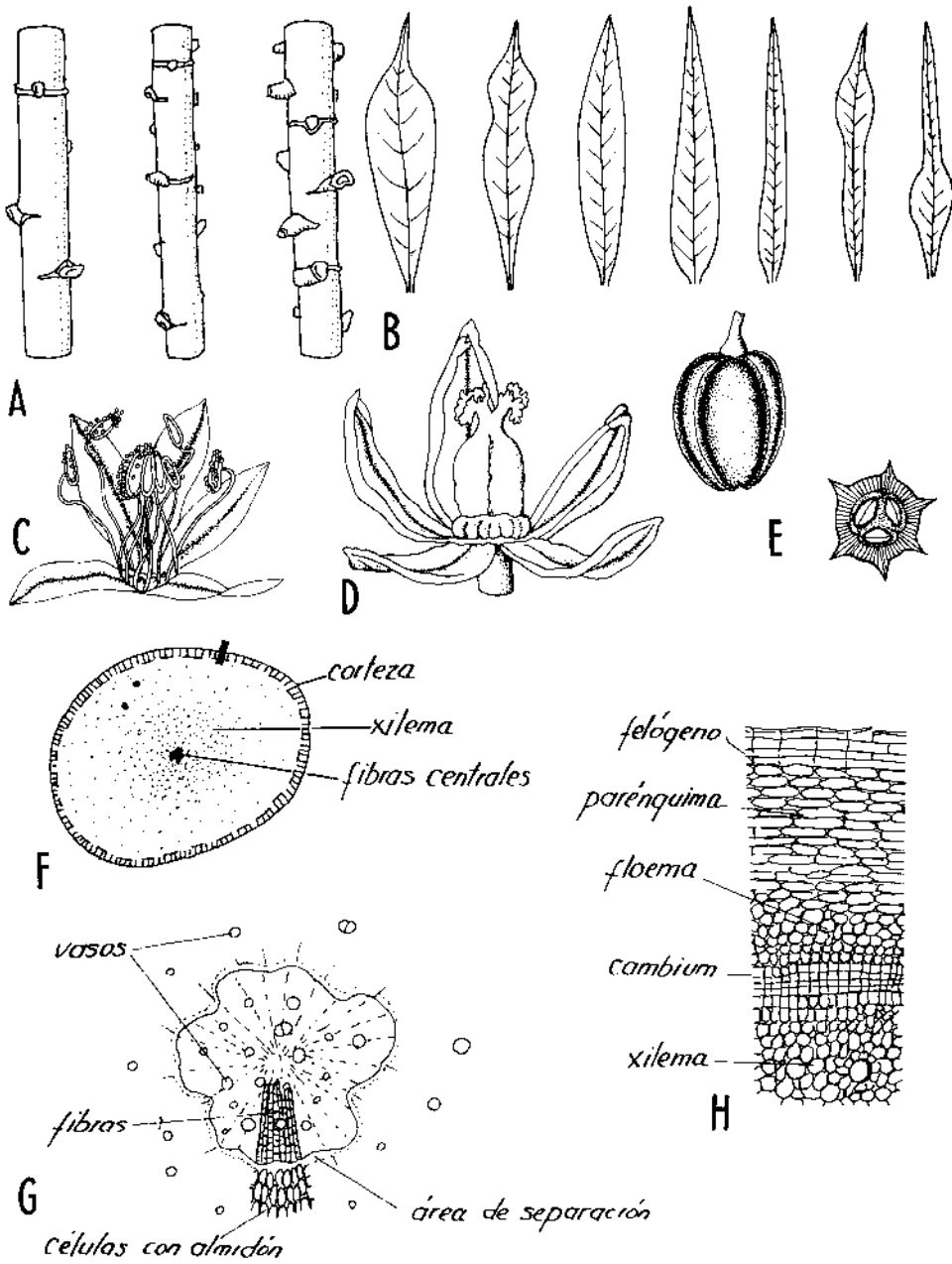


Fig. 27.1. *Manihot esculenta*, yuca. A, tipos de nudos. B, tipos de folíolos. C, flor estaminada D, flor pistilada. E, fruto. F, y G, raíz. H, corte transversal de la raíz.

inflorescencia sólo contenga flores estaminadas.

La flor individual estaminada (Fig. 27.1 C) tiene el pedicelo recto y corto, de 1 a 2 mm. de largo. El perianto se forma sólo del cáliz cupular, de 6 a 8 mm. de largo, dividido hasta la mitad en 5 dientes anchos. El color del cáliz tiende en general a ser una característica clonal; puede ser uniforme o con franjas en el centro y los bordes de los dientes. El tono básico es verdoso o amarillento y las franjas moradas o rojas. La distribución del color sin embargo, puede variar en los sépalos de una misma flor. En el centro de ella hay un disco con nectarios, en el cual se insertan 10 estambres en 2 ciclos de 5, los externos considerablemente más largos. Al medio de la flor hay un ovario rudimentario.

La flor pistilada (Fig. 27.1 D) tiene el pedicelo curvo y largo, de 4 a 6 mm. de longitud. El cáliz es similar al de la flor estaminada, pero más grande, de 10 a 12 mm. de largo, con los dientes cortados hasta la base. El color predominante es verde amarillento o rojo, liso o con franjas angostas bien definidas de tono purpúreo en los bordes de los sépalos. Al centro de la flor hay un disco bien desarrollado, amarillo o rojizo, sobre el cual está sentado el ovario elipsoidal, que tiene 6 aristas longitudinales bien marcadas; el estigma es grueso y carnoso. El ovario tiene 3 celdas, cada una con un óvulo.

Todas las partes de la flor, especialmente los sépalos, contienen canales de látex asociados al floema.

Biología floral

La protoginia es normal en la yuca, es decir que las flores pistiladas son receptoras cuando los estambres aún no producen polen. Por lo común las flores pistiladas se abren de 6 a 10 días antes que las estaminadas, y cuando éstas comienzan a soltar polen ya las primeras están marchitas. En condiciones favorables de

temperatura, las flores se abren por pocas horas al mediodía y continúan abriéndose por 8 a 10 días consecutivos.

La polinización cruzada es entonces normal en la yuca, y se realiza tanto por el viento como por los insectos. Aunque las flores no son llamativas, contienen néctar en abundancia. Moscas y otros insectos las visitan con frecuencia y algunos de ellos depositan sus huevos en las flores, destruyendo así muchas de éstas, especialmente las estaminadas. El número de flores que forman fruto es siempre muy bajo.

Fruto y semilla

El fruto (Fig. 27.1 E) es una cápsula ovoidea, verde, de 1 a 1,5 cm. de largo, con 6 aristas longitudinales prominentes, onduladas y a menudo de color diferente del resto del fruto. Contiene 3 celdas normalmente, con una semilla en cada una. El fruto tarda unos 5 meses en madurar; luego se abre y expulsa las semillas.

La semilla es aplanada, de perfil elíptico por el frente, de 10 mm. de largo por 5 mm. de ancho, con testa dura y brillante, cubierta de manchas oscuras. Al ápice está la carúncula, blanca y carnosa. El embrión está rodeado de una masa gruesa de endosperma.

Raíces

En las plántulas derivadas de semilla hay una raíz primaria, de cuya parte superior salen 4 ó más raíces de segundo orden. En las plantas propagadas vegetativamente por estacas, el número de raíces es variable. Parten en primer término de los bordes de la superficie de cicatrización de la estaca, en la cual se forma un callo. También brotan raíces de las yemas y estípulas de los nudos superiores. Estas raicillas que aparecen una semana después de la siembra, al contrario de las primeras, se desarrollan rápido, pero no duran mucho tiempo.

La distribución de las raíces tuberosas alrededor de la estaca y su profundidad, son características clonales. También difieren varietalmente en la forma de la parte basal de la raíz, que en ciertos cultivares es angosta y en otros tan ancha que parece que las raíces fueran parte del tronco. El tamaño y la forma general de la raíz son características clonales, y varían bastante, según las condiciones en que se desarrollen. Pueden ser fusiformes, cilíndricas o ramificadas.

La raíz de la yuca (Fig. 27.1 F, G.) no ofrece en su estructura ninguna característica extraordinaria. Se compone básicamente de 2 partes: la corteza, en el cual están incluidos los tejidos corticales y el floema, y el xilema o parte comestible.

En las raíces adultas ((Fig. 27.1 H) la epidermis desaparece y es reemplazada por capas superficiales derivadas de un felógeno, el cual permanece activo durante toda la vida de la planta. Este felógeno forma estratos de parénquima, de células muy alargadas en sentido tangencial, las más externas de las cuales se desprenden y secan y son reemplazadas por nuevas capas. Según el color y textura de la película de la raíz, las yucas se clasifican en claras, si aquella es blancuzca y lisa, o en oscuras cuando son de tono rojizo o castaño y de textura áspera. Este último carácter es determinado por un factor dominante. En la mayoría de los clones se ha observado que existe relación entre el color de la película de la raíz y el del tallo; en las yucas claras este es verdoso o grisáceo, en las oscuras de tonos que varían de amarillo oscuro a rojo o castaño.

La región cortical se reduce bastante en las raíces adultas y se forma principalmente de parénquima. El periciclo y la endodermis están bien desarrollados en las raíces nuevas, pero muy comprimidas por el floema y los tejidos externos en las raíces viejas. El floema, que compone la mayor parte de la cáscara, contiene los elementos corrientes: tubos cribosos y células anexas, parénquima en abundan-

cia y fibras; estas últimas son poco numerosas y se presentan en forma de esclereidas. Son frecuentes los canales laticíferos, especialmente en las raíces jóvenes.

El cambium es muy activo y forma grupos de células muy finas, las cuales permiten separar la cáscara del resto de la raíz.

El xilema, o sea la parte comestible, es una masa sólida que se compone principalmente de tejido secundario derivado del cambium. El xilema primario, compuesto originalmente de 4 a 5 grupos de vasos, no ocupa espacio apreciable en la raíz desarrollada. En ésta, gran parte de la sección externa del xilema es parénquima, cuyas células contienen almidón en abundancia. Este se forma de granos redondos, de tamaño muy desigual, de 10 a 20 micras de ancho. Sólo se hallan en esta área unos pocos vasos aislados, pero conforme se avanza hacia la parte central de la raíz son cada vez más frecuentes. Por último, al centro hay filas de vasos duros de xilema, separados por radios angostos de parénquima, que forman el hilo o fibra central de la raíz; la dureza de ésta, su longitud y anchura, son características varietales.

El color del xilema puede ser blanco o amarillo y aún rosado, según el clon. Las características del almidón también varían mucho, así como las cualidades culinarias de la raíz. Hay desde duras y amargas, que dejan un sabor picante en la lengua, hasta otras como 'Valenca', de raíces suaves y esponjosas, blancas y de sabor muy agradable.

Variabilidad

Según la clasificación más corriente las yucas se dividen en amargas y dulces, de acuerdo al sabor y al contenido de principios venenosos. En Brasil y Paraguay se conocen las primeras con el nombre colectivo de mandioca, las segundas como aipim. La diferenciación entre los dos grupos dio base para considerarlas como especies diferentes, pero como se ex-

presó al principio, esa distinción ya no se acepta. Las yucas amargas son más comunes en el área amazónica y zonas vecinas de Sur América. En la expansión primitiva del cultivo a nuevas áreas desde Perú a México, se propagaron principalmente los tipos dulces.

No existe una relación definida entre el sabor y el contenido de principios venenosos, derivados del ácido cianhídrico. Las yucas amargas pueden o no ser venenosas. El sabor y el contenido de dicho ácido, cambian para un mismo cultivar según las condiciones ambientales, por lo que un clon puede ser clasificado como amargo en una localidad y como dulce en otra. Aparentemente en suelos fértiles se incrementa el sabor amargo y la concentración de principios venenosos.

Contenido de ácido cianhídrico

La yuca puede contener cantidades considerables de un glucósido, linamarina, el cual por efecto de una enzima, la linasa, origina ácido cianhídrico, en dosis que pueden variar desde inocuas hasta mortales. El glucósido se halla especialmente en la cáscara o floema de la raíz, donde se concentra el 60 por ciento del total de la planta, pero también se encuentra en las hojas y otros órganos. La concentración de glucósidos varía de 0,005 a 0,02 por ciento en las yucas bravas o amargas, y de 0,005 a 0,0075 por ciento en las dulces. No hay, como se puede ver, una separación clara entre estas dos clases.

Origen de la variación

El número de clones de yuca es muy alto; se conocen centenares de ellos en Sur América. Es posible que el factor principal en su origen hayan sido las mutaciones somáticas, que al afectar las yemas vegetativas forman plantas diferentes de la original, pues ya se conocen casos derivados de mutaciones de este tipo. Por otra parte se ha observado en la

propagación por semilla que la progenie presenta una alta variabilidad. Como se vio en biología floral, es posible que la mayor parte de las semillas formadas resulten de polinizaciones cruzadas y que al sembrarse den por segregación tipos muy diferentes. Si estos se propagan vegetativamente, darán origen a nuevos clones.

Mejoramiento. Cruzamientos interespecíficos e intervarietales

El cruzamiento artificial no es difícil en yuca, por tener flores unisexuales, grandes, de protoginia marcada. La técnica corriente consiste en señalar las flores que se van a abrir al día siguiente, cubriéndolas con un saco de papel y en el momento de polinizarlas, colocar en el saco flores estaminadas que estén soltando polen. El saco se cambia después de 10 días y se coloca otro permanente, pues las frutas estallan y disparan las semillas. Es corriente que sólo un 40 a 50 por ciento de flores así tratadas lleguen a formar semillas, por lo que es necesario hacer muchas polinizaciones. El cruzamiento interespecífico, cuyos propósitos se verán luego, tiene más éxito que el intervarietal.

Contenido de proteína

Hay clones con un contenido de proteína de alrededor del 3 por ciento, pero de raíces delgadas y duras. Cruces de éstas con cultivares de raíces de buena calidad fueron hechos en Indonesia. Los híbridos mostraron un incremento en el contenido de proteína y características intermedias en la calidad de la raíz. Este trabajo debería repetirse en América.

Resistencia a virus

En Africa oriental las enfermedades virósas son el factor limitante en la pro-

ducción de yuca. Para introducir resistencia se han hecho cruces con especies arbóreas de *Manihot*, especialmente con *M. glaziovii*, que por algún tiempo se sembró como productora de caucho. Algunos híbridos de la primera generación no fueron atacados por el mosaico o lo eran sólo temporalmente, pero las raíces eran de baja calidad. Retrocruces a yuca dieron tipos satisfactorios en ambos aspectos, que se han distribuido para cultivo comercial. Se ha cruzado también *M. esculenta* con otras especies arbóreas como manicoba, *M. dichotoma*, y *M. catingae*; y con especies arbustivas como *M. saxicola* y *M. melanobasis*. Con la última especie se han obtenido híbridos de porte bajo y raquíto, raíces largas y delgadas y de mayor contenido en ácido cianhídrico, que se han mejorado por retrocruces a yuca. Muestran un contenido doble de proteínas que los tipos parentales, pero no mayor resistencia al mosaico. Los cruces con *M. dichotoma* no han dado híbridos de valor comercial.

JEBE, SERINGUEIRA, *Hevea brasiliensis*

El caucho obtenido de *Hevea brasiliensis* es uno de los principales artículos de comercio de los trópicos. Su producción industrial se desarrolló primero en Indonesia y Malasia, luego en Africa Ecuatorial. En América se ha continuado la explotación de árboles silvestres y más recientemente se han establecido plantaciones modernas. Sin embargo a la producción mundial de cerca de un millón de toneladas métricas, América tropical y en especial Brasil, sólo aportan el 4 por ciento.

En su área de origen el cultivo de *Hevea* está limitado seriamente por las enfermedades foliares. En los trópicos húmedos de Oriente, no existe ese factor limitante y el cultivo se ha tecnificado en tal forma que le permite competir con

Clasificación de cultivares

No existe una clasificación general de los cultivares de yuca y debido a la gran expansión del cultivo hay repetición de nombres para los mismos clones. Se han hecho clasificaciones parciales en Brasil, Java, India, República Dominicana, Paraguay, que permiten juzgar que pueden haber de 200 a 300 clones en cultivo. Algunos como 'Vassourinha Paulista', son de alto rendimiento y pueden usarse tanto para alimento como en la producción de almidón industrial. Otros como 'Valenca' son de rendimiento mediano pero de alta calidad culinaria. Se conoce una amplia variación en el período de desarrollo de raíces; 'Vainilla' por ejemplo, es un clon muy temprano.

Poliploidia

La yuca es diploide ($2n:36$). Formas tetraploides y triploides han sido obtenidas artificialmente; las primeras son más bajas y de crecimiento lento y podrían ser sembradas a distancias menores en cultivo mecanizado.

éxito con la producción sintética, la cual se hace cada vez mayor. Conforme aumenta el consumo de caucho, la contribución de la producción sintética se hace más importante que la del producto natural.

Origen

El género *Hevea* es nativo de la cuenca amazónica. Algunas de sus especies producen semillas comestibles y se ha sugerido que la domesticación original del jebe se hizo para utilizarlas como alimento, habiéndose descubierto posteriormente las propiedades del látex. El uso del caucho para impermeabilizar diferentes objetos, como adherente, para fabricar

pelotas elásticas o calafatear embarcaciones, era conocido en épocas prehispánicas en Centro América, donde se obtenía de varias especies del género *Castilla* (Moráceas), y en Sur América donde se extraía de varias especies de *Hevea*, *Manihot* y otros.

El caucho constituía, por sus propiedades elásticas, un objeto más bien de curiosidad en Europa hasta el siglo XIX. A principios de ese siglo se inició su uso industrial en pequeña escala, como impermeabilizante o en la fabricación de tubos y otros objetos pequeños. El descubrimiento de la vulcanización, que le dio solidez y resistencia, permitió el uso del caucho en las ruedas de vehículos motorizados e inició así su utilización industrial. El cultivo de especies laticíferas para suplir las necesidades del mercado, se intensificó en la última mitad del siglo pasado. Se ensayaron *Castilla elastica*, el hule de México y Centro América; caucho de Ceará, *Manihot glaziovii*; caucho de India, *Ficus elastica*, y otros. *Hevea brasiliensis* se impuso sobre todas ellas por el rendimiento y alta calidad del látex.

Morfología general

Los árboles de *Hevea brasiliensis* son de porte y altura muy variables. En el cultivo comercial se ha dado importancia especial a la forma de la copa, que depende del espaciamiento de las ramas en el tronco central y del ángulo a que salen de éste. Así hay árboles de copa cónica o piramidal, cuando las ramas están espaciadas regularmente y disminuyen progresivamente de longitud hacia el ápice. En cambio, la copa es esférica si las ramas salen de un espacio corto en el tronco; hay muchas otras formas y este carácter hereditario sirve para tipificar los cultivares. Las características del follaje son de interés en la producción comercial: árboles de copa angosta, por ejemplo, son preferibles para una siembra densa; de copa abierta y follaje ralo,

cuando el *Hevea* se siembra interplantado con otros cultivos.

Las hojas (Fig. 27.2 A) son trifolioladas, con pecíolos largos que miden de 15 a 25 cm. de longitud. Los peciolulos, de 10 a 16 mm. de largo, tienen un par de glándulas o nectarios. Las láminas son oblanceoladas u obovadas, agudas en el ápice y la base, de 10 a 15 cm. de longitud por 5 a 9 cm. de ancho. El lado superior es verde oscuro y brillante, el inferior más claro y opaco. La forma, coloración y posición de las hojas son características varietales.

Hevea brasiliensis se despoja del follaje una vez al año. Al renovarlo por completo las hojas nuevas tienen un tono cobrizo muy atractivo.

Sistema laticífero

En *Hevea* hay látex en todas las partes de la planta, y apenas se inicia la germinación, ya se forman pequeños vasos laticíferos en las primeras hojas.

El látex es un producto de tejidos vivos. Su base es un líquido transparente en el que flotan pequeñas masas de caucho, generalmente esféricas y de diverso tamaño, constituídas por resinas. Su densidad varía según las condiciones ambientales y comúnmente se presenta como un líquido blanco, espeso, pegajoso, de reacción ácida. Su función biológica no está definida. Se le considera, por ejemplo, como un producto de deshecho de las actividades metabólicas de la planta. Se ha explicado también como un sistema de protección contra las perforaciones de insectos, que el látex soldaría impidiendo la entrada de organismos patógenos. Es de notar que plantas laticíferas son más abundantes en los trópicos, donde también es mayor el ataque de insectos. También se cree que por su alto contenido de agua, actúe como una reserva para la planta; sin embargo, el látex es muy pobre en almidones y contiene principalmente resinas y otras sustancias inertes.

El látex de *Hevea* se deriva tanto de procesos de secreción como de excreción

de células vivas. Los tejidos laticíferos más importantes (Fig. 27.2 B) se presentan en bandas concéntricas en la corteza del tronco y ramas principales. Se derivan del cambium secundario, el cual origina hacia el exterior la corteza que se compone de los tejidos corrientes de floema: tubos cribosos, células anexas y parénquima acompañante, y de 2 clases diferentes de tejidos: masas de fibras y capas laticíferas. Los tejidos normales del floema, así como los bloques de fibras y capas laticíferas, son el resultado de la actividad periódica del cambium. No se forman simultáneamente sino en capas alternas y por lo tanto no existe comunicación entre una capa laticífera y la otra.

El tejido laticífero al derivarse del cambium se presenta primero como una masa angosta de parénquima, dentro de la cual ciertas células se diferencian por la formación de látex. Estas células se comunican entre sí al disolverse las paredes que las separan y por la disolución de éstas en sentido longitudinal forman un tubo continuo que a menudo emite prolongaciones laterales que se introducen entre las paredes de las células vecinas. La capa laticífera resulta por último en una red de vasos interconectados que se extienden a lo largo del tronco, y cuyos tubos están separados por tejidos corrientes de parénquima.

En la explotación comercial del *Hevea*

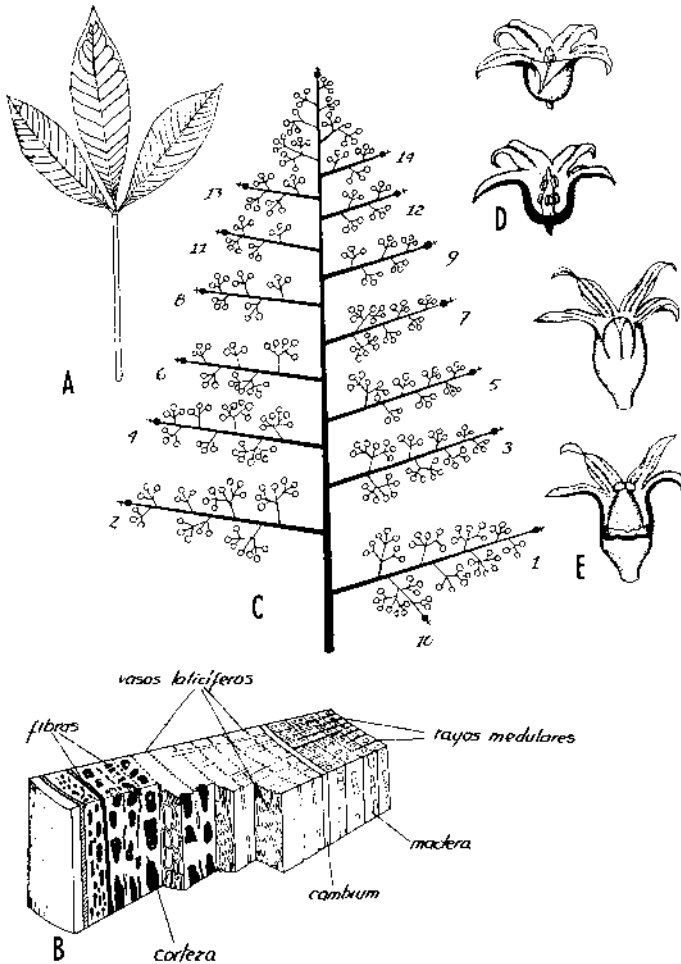


Fig. 27.2. *Hevea brasiliensis*, jebe. A, hoja. B, corteza. C, inflorescencia. D, flor estaminada. E, flor pistilada.

se extrae el látex haciendo cortes con una herramienta especial, en una porción del tronco, desde cierta distancia de la inserción de las ramas hasta unos decímetros del suelo. La corteza se corta sólo de un lado, cubriendo la mitad del tronco y dejando la otra intacta para no afectar seriamente la translocación de agua y nutrientes en la planta. El corte debe llegar hasta unos pocos milímetros del cambium, el cual debe permanecer intacto.

Los cortes se hacen sucesivamente de arriba a abajo e inclinados de modo que el látex puede fluir y ser recogido en un recipiente, que se coloca en la base del árbol.

El látex se coagula al aire, y después de varias horas no fluye más por el corte, el cual debe renovarse diariamente cortando unos milímetros de corteza a fin de exponer al aire los canales laticíferos. Una vez terminada la obtención de látex en un lado del tronco, éste se regenera si el cambium no ha sido afectado. Se forma una nueva corteza, la cual se podrá "picar" de nuevo en pocos años, después de haber sido explotada la otra mitad del tronco. Conforme avanza la edad del árbol los tubos de las capas más externas se van alejando más y su actividad disminuye considerablemente.

El rendimiento en látex del *Hevea* está determinado en primer lugar por factores hereditarios. Hay cierta periodicidad en la formación de las capas laticíferas que sugiere la acción de dichos factores, pues en el desarrollo de la corteza nueva, después de haberse cortado para la recolección de látex, se repite la estructura de la corteza original. El rendimiento es también afectado considerablemente por condiciones ambientales, como sequía, fertilidad del suelo y otras.

Inflorescencia

Las inflorescencias aparecen en el extremo de ramillas nuevas o en la axila de las hojas. En el primer caso el árbol

se cubre de flores simultáneamente antes de que se desarrolle el nuevo follaje. En el segundo las inflorescencias van apareciendo durante varios meses. La inflorescencia es un dicasio cónico (Fig. 27.2 D), con un eje central que lleva numerosas ramillas laterales primarias, que a su vez se ramifican en secundarias y aún en terciarias.

Las flores son unisexuales. Las pistiladas aparecen solitarias en el extremo de las ramillas primarias; las estaminadas en racimos, de varias flores, en las secundarias y terciarias.

Las flores de uno u otro sexo tienen el perianto constituido solamente por un cáliz de 5 dientes. Las estaminadas (Fig. 27.2 D) son un poco más pequeñas que las pistiladas; miden de 8 a 10 mm. de largo. Al centro de la flor está la columna estaminal, en que hay 10 estambres en dos ciclos de 5 en posición alterna. A veces el ápice de la columna se divide en 3 partes, que asemejan un estigma trífido.

La flor pistilada (Fig. 27.2 E) es más grande, de 10 a 12 mm. de largo. El ovario ocupa el centro; es ovoide, de base ancha, formado de 3 carpelos unidos, cada uno con un solo óvulo. El estigma se divide en 3 ramas aplanadas.

Biología floral

En una inflorescencia se abren primero las flores estaminadas, comenzando por las basales. Transcurren unos 15 días entre el inicio de la floración y la apertura de las últimas flores estaminadas, en el ápice de la inflorescencia. Hacia la mitad de ese período se comienzan a abrir las flores pistiladas, en el mismo orden o sea primero la situada al extremo de la ramilla primaria más baja y así sucesivamente hasta la que ocupa el vértice de la inflorescencia. El período que abarca esta floración es de 4 a 5 días.

Las flores, pistiladas o estaminadas, se abren en las primeras horas de la tarde, y no se cierran. Las estaminadas se caen

2 ó 3 días después, y hay muchas de ellas que no pasan del estado del botón. Las pistiladas duran en receptividad de 4 a 5 días y con frecuencia el cáliz se desprende antes.

Los agentes polinizantes son el viento y los insectos, y la polinización cruzada es la regla. Es una especie de fructificación muy baja; se estima que para producir un fruto maduro debe haber más de 70 flores pistiladas y 4.300 estaminadas. Como puede observarse la relación entre ambos tipos de flores es de 1 a 60 aproximadamente.

Fruto y semilla

El fruto de *Hevea* es una cápsula de 3 celdas, con una semilla en cada una. Los tejidos que forman la pared del fruto son 3 capas fibrosas, con las fibras dirigidas en sentido opuesto de tal modo que al secarse el fruto, halan en direcciones diferentes y, lo hacen estallar en 3 ó 6 partes siguiendo las superficies de unión de los carpelos. La fuerza del estallido, que produce un ruido característico, lanza las semillas hasta 15 m. de distancia.

Las semillas tienen la epidermis compacta, en la que hay grupos de células con pigmentos oscuros, que se destacan sobre los tejidos inferiores más claros. Dichas manchas son características de cada árbol y se han usado para reconocer los clones. Debajo de la epidermis hay un tejido esponjoso, que permite flotar a las semillas cuando son arrastradas por las corrientes de los ríos. Como al mismo tiempo la epidermis compacta impide la penetración de agua, las semillas de *Hevea* pueden lograr una amplia dispersión natural. El perisperma forma la mayor parte de la semilla y contiene almidón y aceites; el endosperma en cambio, está reducido a una capa muy delgada, apenas visible, adherida al perisperma. El embrión de posición central, ocupa casi toda la longitud de la semilla.

Variabilidad

En su habitat natural, la selva amazónica, *Hevea brasiliensis* está formado por poblaciones híbridas cuyas diferencias son muy marcadas. Es casi seguro que el hombre ha influido en intensificar la variación, pues al utilizar sus semillas, que los indios comen después de ser cocinadas por varias horas, ha debido mantener los árboles al tumbar la selva y posiblemente acarreado semillas para nuevas siembras. Eso ha permitido la supervivencia de diferentes tipos y su posible hibridación.

Un segundo aspecto lo constituye la influencia de otras especies en ese complejo. Se han reconocido híbridos naturales entre *Hevea brasiliensis* y *H. spruceana*, *H. pauciflora*, *H. guianensis* y otras. Como los tipos híbridos han podido retrocruzarse con sus especies parentales, la riqueza en formas diferentes es muy alta. Esto se observa tanto en los aspectos morfológicos como en otras características, la resistencia a enfermedades, por ejemplo.

Las primeras siembras hechas en Oriente se establecieron con semillas procedentes del Amazonas, evidentemente de origen híbrido. Se escogieron árboles destacados por su rendimiento o resistencia a enfermedades, los cuales se propagaron por semilla o por vía vegetativa. Las líneas o progenies obtenidas en el primer caso, a pesar del comportamiento poco uniforme, dan mejores cosechas que los clones en suelos de baja fertilidad. Por selección clonal de las poblaciones híbridas primeramente establecidas se obtuvieron clones de alto rendimiento, que dieron 3 ó 4 veces más látex que aquellas. Esta etapa de selección en *Hevea* ha sido reemplazada por la formación de híbridos. Para este propósito se establecen en campos aislados los 2 clones que se desea cruzar; la semilla que se obtiene es híbrida en un alto porcentaje. También se recurre a polinizaciones a mano, cuya técnica es simple: se toma el botón de una flor pistilada, se abre el cáliz y den-

tro de él se colocan 1 ó 2 anteras, cerrando luego la flor con una gota de látex que se aplica en el ápice del botón. El número de semillas que se obtiene por este proceso es bajo. Los híbridos obtenidos por este método o en lotes aislados, se propagan por injerto y se someten a pruebas de evaluación.

También se recurre a la hibridación interespecífica; los híbridos de *H. brasiliensis* x *benthiana* han mostrado la resistencia a enfermedades del follaje que caracteriza a la última especie.

La propagación clonal se hace tanto con materiales provenientes de una planta madre superior, como de híbridos y es el procedimiento corriente en las operaciones agrícolas avanzadas. El material, una yema del árbol escogido, se injerta en un patrón determinado. Como en otras especies la compatibilidad entre ambas debe ser conocida. Se han utilizado híbridos interespecíficos como patrones.

En América tropical el factor limitante en la producción del *Hevea* es una enfermedad de la hoja causada por el hongo *Dothidella ulei*. Aunque se han encontrado tipos de alta resistencia, el hongo sigue evolucionando y se forman nuevas razas de diferente grado de virulencia. Un clon o árbol madre que es resistente a una, puede ser susceptible a otra. Para incorporar resistencia se han formado híbridos entre cultivares americanos resistentes, o cruzando éstos con clones orientales de alto rendimiento pero muy susceptibles.

Otra forma de atacar el problema de la *Dothidella* ha sido la formación de árboles triples, es decir, en un patrón determinado se injerta una yema de un clon de alto rendimiento, y una vez que el injerto ha alcanzado cierto tamaño se corta la copa y se injerta la yema de un clon de alta resistencia. Se han injertado también copas de otras especies, como *H. benthiana*.

OLEAGINOSAS

HIGUERILLA, MAMOEIRO, *Ricinus comunis*

La higuera se cultiva en los trópicos y zonas templadas por el aceite de las semillas, que tiene múltiples usos industriales en la preparación de pinturas, lubricantes, plásticos, linóleos, aislantes eléctricos y muchos más. Su uso en medicina, como aceites de castor, ha disminuído mucho.

A pesar de que la higuera es una planta tropical, su cultivo se ha intensificado más fuera de los trópicos. Sólo India produce grandes cantidades de aceite para la exportación. En Centro y Sur América la higuera no ha llegado a ser un cultivo de importancia. Las áreas de mayor producción actualmente son el centro de Estados Unidos, Japón, Brasil e India.

La higuera es originaria de Africa y de cultivo muy antiguo. En los trópicos

es una planta que dura 2 ó más años, alcanzando un porte arbóreo hasta de 8 m. de altura; en las siembras industriales en zonas templadas crece y madura en pocos meses.

El tallo cilíndrico, sólido en las plantas nuevas y hueco en las viejas, está dividido en entrenudos marcados por la inserción de las hojas. Los pecíolos son largos y fuertes, huecos, más anchos en la base, donde se hallan 2 ó más nectarios. Las láminas muy grandes, (Fig. 27.3) palmeadas, tienen de 5 a 11 lóbulos profundos. Antes de abrirse forman una masa compacta, cubiertas por 2 estípulas grandes y caducas. Se abren primero en forma de embudo y luego se extienden en un solo plano, conservando siempre una parte cóncava en la base. El tamaño y forma de las láminas es muy variable; en color predominan tonos verdes o purpúreo branceados.

Las flores unisexuales aparecen en panículas erectas, que salen tanto en posi-

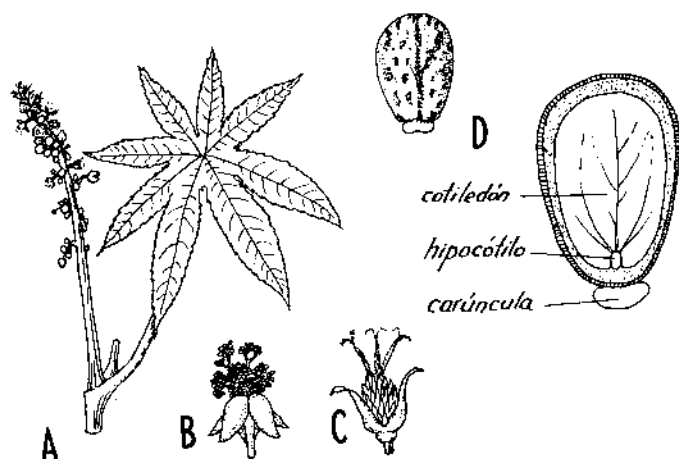


Fig. 27.3. *Ricinus comunis*, higuerilla. A, rama. B, flor estaminada. C, flor pistilada. D, semilla.

ción terminal como en las axilas de las ramas principales. Las estaminadas se hallan en la parte inferior de la panícula, las pistiladas arriba. Las flores estaminadas (Fig. 27.3 B) aparecen en glómérulos; el perianto se compone de 5 partes, que al abrirse toman una posición horizontal; los estambres son muchos, en forma de un árbol diminuto de múltiples ramillas, cada una con numerosas anteras. Las pistiladas (Fig. 27.3 C) nacen en glómérulos de pocas flores, en grupos de 3, desenvolviéndose primero la central. La flor tiene el cáliz cupular con 3 a 5 dientes agudos, y el ovario grande, cubierto de espinas suaves y verdosas. Hay 3 estilos, cada uno dividido en 2 ramillas estigmáticas, cubiertas de papilas succulentas y rojizas.

El fruto es una cápsula de 3 lóculos, cubierto exteriormente de espinas suaves y curvas. En la mayoría de los cultivares las cápsulas se abren en la madurez y arrojan lejos las semillas. En algunas variedades nuevas se ha conseguido obtener cápsulas indehiscentes.

Las semillas son aplanadas (Fig. 27.3D), con la carúncula blanca y carnosa. El tamaño y la coloración externa son característicos de cada cultivar. La envoltura de la semilla se forma de varios tegumentos; el más externo, de células alargadas en sentido longitudinal, contiene masas de pigmentos que dan el color a la semilla. Debajo hay sucesivamente

un estrato de células alargadas en sentido radial, masas de parénquima comprimido y por último una capa de esclereidas, que le da solidez a la envoltura. La semilla propiamente dicha se forma principalmente de endosperma, rico en aceite y aleurona. El embrión tiene 2 cotiledones centrales y angostos y el hipocotilo basal.

Se conocen muchos cultivares comerciales de higuerilla, seleccionados por el porte bajo, para facilitar el cultivo y la recolección mecanizada; por el contenido de aceite, que varía en forma inversa al tamaño de la semilla y que es afectado profundamente por los factores ambientales; por tener cápsulas indehiscentes o dehiscentes, en el primer caso, más favorable a una recolección mecánica, pero que exige trabajo adicional; por maduración temprana o tardía, esta última asociada a una mayor concentración de aceite; por resistencia a hongos, y otras características.

La mayoría de los cultivares modernos son de origen híbrido. Aunque en la higuerilla hay simultáneamente polen en grandes cantidades y cierto número de pistilos receptivos, el porcentaje de polinización cruzada es alto, hasta del 35 por ciento. La formación de semilla híbrida depende de una buena escogencia de los cultivares parentales, pues hay cierta incompatibilidad entre grupos de cultivares.

TUNG, *Aleurites* spp.

Varias especies del género *Aleurites* se utilizan por el aceite de las semillas, que se emplea especialmente en la preparación de pinturas. TUNG, *Aleurites fordii*, la más importante, es originaria de China y se cultiva en América en áreas de clima templado, sobre todo en el Sur de Estados Unidos, Brasil, Argentina y Paraguay. Esta especie no crece bien en los trópicos, pues requiere un período de frío para una buena floración.

LUMBANG, *Aleurites moluccana*

Especie tropical (Fig. 27.4 B) que se ha utilizado en Malasia y otras regiones del Pacífico, por el aceite, inferior al de tung. *A. moluccana* es un árbol alto, de ramificación abierta. Las hojas ovado a ovado lanceoladas a menudo presentan algunos lobos laterales. La base es acorazonada o redonda y el ápice muy agudo. Los pecíolos miden de 5 a 15 cm. de largo, y las láminas de 10 a 30 cm. de largo por 6 a 15 cm. de ancho.

Las plantas son monoicas, con flores de ambos sexos en la misma inflorescencia, rara vez unisexuales. La flor tiene el cáliz con 2 a 3 dientes, y corola de 5 pétalos blancos y libres, de 6 a 10 mm. de largo. En las flores estaminadas hay un receptáculo del que salen de 14 a 21 estambres y 5 a 8 estaminodios. En las

pistiladas hay un ovario con 2 a 5 celdas.

El fruto es esférico, con 4 rebordes longitudinales poco marcados y la base y el ápice hundidos. Mide de 4 a 6 cm. de diámetro y en la madurez adquiere un color castaño oscuro. En cada fruto hay 1 ó 2 semillas, de 2 a 3 cm. de largo por 1,5 a 2,5 cm. de ancho, cubiertas por el endocarpo, duro y difícil de remover. El interior de la semilla es una masa blanca de endosperma, cuyo contenido de aceite llega al 60 por ciento de su peso. El embrión basal es muy pequeño.

Aleurites montana

Originaria del Sur de China, ha sido introducida a países tropicales sin mayor éxito. Hay algunas plantaciones en producción en Nyasa (Africa). Aunque es más tropical que *A. fordii*, sólo puede crecer satisfactoriamente en lugares altos, sobre 1.200 m. En su área de origen es un árbol de copa regular (Fig. 27.4 A), que alcanza hasta 10 m. de altura. Las hojas, de unos 15 cm. de largo, son de forma variable, cordiformes, con 3 a 5 lobos pequeños y agudos.

Las flores unisexuales aparecen en grandes racimos en las ramillas nuevas de crecimiento anual.

Las drupas son verdosas, más o menos esféricas, de 4 a 5 cm. de diámetro por 5 a 6 cm. de largo con los rebordes longitudinales prominentes. Las semillas están

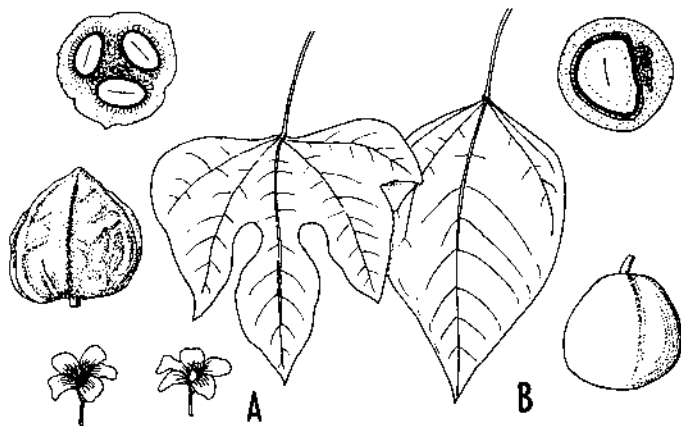


Fig. 27.4. *Aleurites* spp., tung. A, *A. montana*, B, *A. moluccana*.

cubiertas por un endocarpo duro, y miden de 2 a 3 cm. de largo; el porcentaje de aceite fluctúa entre 50 a 70 por ciento.

En *Aleurites montana* hay una tendencia marcada al dioicismo, pues muchas plantas producen sólo flores de un mismo sexo o con un bajo porcentaje del otro. Esto resulta de importancia económica, pues en las plantaciones comerciales puede haber de 30 a 40 por ciento de los árboles con solo flores estamina-

das o con tan pocas pistiladas que su rendimiento es nulo.

Trabajos de selección en *Aleurites montana* fueron iniciados en Indonesia. Su propósito era obtener plantas con aceite de calidad superior semejante al de tung, y de más alto rendimiento. Se observó una variabilidad muy amplia en la producción por área y se seleccionaron y reprodujeron líneas descendientes de árboles madres de alto rendimiento. También se hizo propagación vegetativa para establecer clones superiores.

FRUTALES

GROSELLA, *Phyllanthus acidus*

Los nombres españoles de grosella, guinda, manzana-estrella, pimienta, se aplican en los trópicos americanos a un frutal asiático, de amplia distribución pero de cultivo poco intenso. *Phyllanthus acidus* (Fig. 27.5) es un árbol bajo, hasta de 8 m. de alto, de copa densa. Las ramillas nudosas llevan hojas alternas, elípticas, de 4 a 6 cm. de largo, caedizas, que dan la apariencia de una hoja compuesta.

Las plantas son unisexuales. Las inflorescencias salen en las partes defoliadas de las ramas gruesas, o rara vez en las axilas de las hojas; son racimos de flores rojas, muy pequeñas, con perianto de 4 partes. Las estaminadas tienen 4 estambres; las pistiladas un ovario esférico terminado en 6 ramas estigmáticas, finas y agudas.

Los frutos aplanados, con el ápice hundido, de 1 a 2 cm. de diámetro, muestran 6 prominencias longitudinales; en la madurez son de color verde pálido o amarillo claro. Contienen un mesocarpo ácido y acuoso. El endocarpo es duro, con 6 surcos longitudinales marcados; contiene 3 celdas con 2 semillas en cada una.

La grosella se come por lo general cocinada, en conservas o dulces, rara vez cruda.



Fig. 27.5. *Phyllanthus acidus*, grosella.

NELI, *Phyllanthus emblica*

Esta especie asiática (Fig. 27.6) es menos conocida que la anterior. Sus hojas son muy pequeñas y angostas y brotan de ramillas deciduas; se alinean en 2 filas a lo largo del eje de la ramilla, que se parece mucho a una hoja pinnada. Las hojas son lineares, pequeñas, de 6 a 12 mm. de largo por 2 a 3 mm. de ancho. Las flores aparecen en racimos compactos en las axilas inferiores de las hojas; tienen el cáliz verdoso y dividido en 3 sépalos. Por lo común el árbol es monoico, con las flores estaminadas en la parte

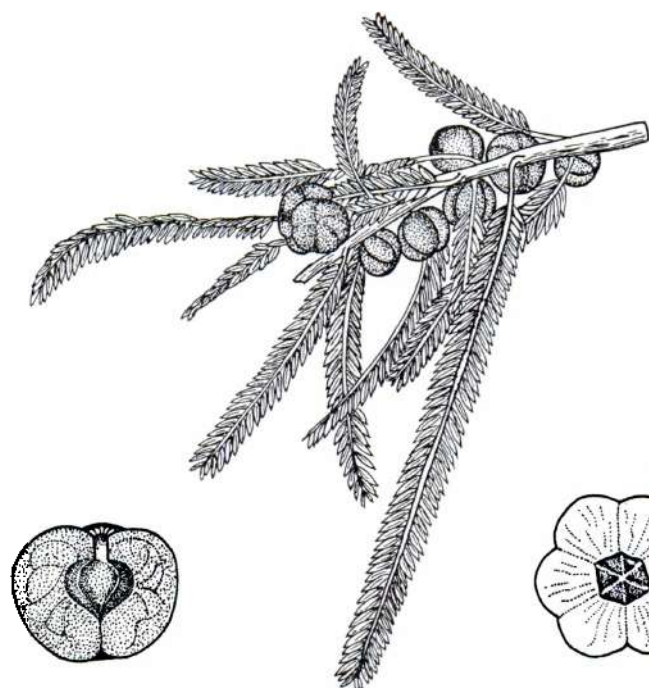


Fig. 27.6. *Phyllanthus emblica*, neli.

inferior de las inflorescencias; también se conocen árboles dioicos.

El fruto es redondo y aplanado, liso o con 6 prominencias poco definidas, de 2 a 3 cm. de diámetro, amarillento en la madurez. El epicarpo es duro, liso y translúcido. El mesocarpo contiene una pulpa carnosa, transparente, dura, con bandas de fibras radiales en la parte interna. El centro del fruto lo ocupa una nuez en la que hay 6 semillas.

BIGNAI, *Antidesma bunius*

El bignai es originario de los trópicos de Malasia. Se le cultiva principalmente para utilizar sus frutos en jaleas, por el alto contenido de pectina.

Es un árbol alto y ramificado (Fig. 27.7) de corteza rojiza que se desprende en láminas delgadas. Las hojas oblongas o lanceoladas de 15 a 20 cm. de largo por 5 a 8 cm. de ancho, son de color verde brillante por encima, lo que da un aspecto muy atractivo al árbol. El bignai es dioico y en las siembras comerciales

se deja un árbol estaminado por cada 10 a 12 árboles pistilados.

Las inflorescencias estaminadas apare-



Fig. 27.7. *Antidesma bunius*, bignai.

cen en espigas ramificadas, poco densas. Las flores de cáliz verdoso, pubescente y cupular, tienen 3 ó 4 estambres largos con anteras rojizas; al centro de la flor hay un ovario rudimentario. Las flores pistiladas brotan en racimos y tienen pedicelos fuertes; el cáliz es cupular y piloso; el ovario ovoide tiene una contracción en el ápice y termina en 3 a 5 ramas estigmáticas.

Los frutos esféricos, de cerca de 1 cm. de diámetro, crecen en racimos compactos, pendientes, hasta de 15 cm. de largo. En el mismo racimo se encuentran frutos en diferentes estado de madurez; verdes, rojos o morados, por lo que son muy atractivos. El epicarpo es delgado y flexible; la pulpa o mesocarpo, acuosa, verdusca y ácida, es muy delgada y rodea una sola semilla grande, de superficie rugosa.

El bignai no se come crudo por ser muy ácido. Se agrega a las jaleas de otras frutas por su riqueza en pectina. Por el alto contenido en esta sustancia puede alcanzar en los trópicos cierta importancia económica, como la tiene en Florida.

Antidesma platyphyllum, muy afín a la anterior, es un árbol más grande y de frutos más pequeños que el bignai, rojos en la madurez y que se emplean como los de *A. bunius*.

RAMBAI, *Baccaurea motleyana*

El rambai o burung, *B. motleyana* y otras especies de este género, originarias de Malaya e Indonesia, dan frutos pequeños y esféricos, de 3 a 4 cm. de diámetro, en racimos colgantes que nacen de ramas. Hay variedades de frutas que se comen crudos o en conservas.

HORTALIZAS

KATUK, *Sauropus androgynus*

Un uso interesante de algunas Euforbiáceas es el consumo de los retoños, que se comen crudos o cocinados, como hortalizas.

Sauropus androgynus se cultiva en Oriente con ese propósito. Es un arbusto bajo, que se poda continuamente. Las hojas alternas salen de 2 filas de ramillas largas y colgantes; son ovadas a oblongas,

de 3 a 7 cm. de largo por 1 a 3 cm. de ancho. Las flores rojas nacen en racimos axilares cortos, el cáliz está dividido en 6 partes y mide cerca de 1 cm. de diámetro. Las flores estaminadas son ligeramente más grandes y llevan 3 estambres. Las pistiladas tienen el ovario verdoso dividido en 3 celdas. El fruto es esférico o aplastado, de poco más de 1 cm. de diámetro, con el cáliz rojo y el resto blanco o con manchas rosadas.

El katuk se propaga por estacas.

REFERENCIAS

BOBILIOFF, W. Anatomy and physiology of *Hevea brasiliensis*. Zurich, Art. Institut Orell Fussli. 1923. 150 p.

COURS, G. Le manioc á Madagascar. Memoires de l'Institut Scientifique de Madagascar 133:203-400. 1950.

CAPINPIN, J. M. y BRUCE, V. C. Floral biology and cytology of *Manihot utilissima*. Philippine Agriculturist 39:306-316. 1955.

DICKEY, R. D., GILBERT, S. G. y GROPP, C. M. The genus *Aleurites* in Florida. I. Botanical characteristics. II. Chemical and

- physical characteristics of the oils. Florida Agricultural Experiment Station, Bulletin no. 503. 1952. 40 p.
- DIJKMAN, M. J. Hevea; thirty years of research in the Far East. Coral Gables, Fla., University of Miami Press, 1951. 329 p.
- EDGAR, A. T. ed. Manual of rubber planting (Malaya). Kuala Lumpur, Incorporated Society of Planters, 1958. 705 p.
- ENGELBEEN, M. Les aleurites. Bulletin Agricole du Congo Belge 37:255-342. 1946.
- FERRAND, M. Phytotechnique de l'*Hevea brasiliensis*: botanique, amélioration, culture et exploitation. Paris, Maison Rustique 1944. 435 p.
- FERREIRA, J. F. et al Manual de mandioca. Sao Paulo, Chacaras e Quintais, 1942. 299 p.
- GRANER, E. A. Contribuição para o estudo citológico da mandioca. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1935. 20 p.
- Una forma tetraplóide de mandioca vassowrinha de provável valor hortícola. Revista de Agricultura (Piracicaba) 19:380-391. 1944.
- JONES, W. O. Manioc in Africa. Stanford, Stanford University Press, 1959. 315 p.
- MORTON, J. The emblic (*Phyllanthus emblica*). Economic Botany 14:119-128. 1960.
- PAARDEKOOPEL, E. C. Selected bibliography on anatomy, physiology and biochemistry of *Hevea brasiliensis* in relation to the production of latex. Res. Arch. Docum. Rubber Research Institute of Malaya 55:1-74. 1966.
- POLHAMUS, L. G. Rubber; botany, production and utilization. London, Leonard Hill, 1962. 449 p.
- PYNAERT, L. Le manioc. Bruxellas, Direction de l'Agriculture, 1951. 166 p.
- REGNADIN, A. Le manioc: culture, industrie. Paris, Société des éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1932. 104 p.
- ROGERS, D. J. Studies of *Manihot esculenta* Crantz and related species. Bulletin of the Torrey Botanical Club 90:43-54. 1963.
- Some botanical and ethnological considerations of *Manihot esculenta*. Economic Botany 19:369-377. 1965.
- SCHMIDT, C. A mandioca. Contribuição para o conhecimento de sua origem. Boletim de Agricultura (Rio de Janeiro) 52:73-128. 1951.
- SINGH, R. P. Structure and development of seed in Euphorbiaceae. Phytomorphology 4:118-123.
- TOLEDO, A. P. DE. Anatomia a desenvolvimento ontogénico do fruto e da semente de mandioca. Bragantia 22:LXXI-LXXVI. 1963.
- VIEGAS, A. P. Anatomia de parte vegetativa da mandioca. Campinas, Brasil, Instituto Agronómico. Boletim Técnico no. 74. 1940. 32 p.

ERITROXILACEAS. MALPIGIACEAS. OXALIDACEAS

28

ERITROXILACEAS

La Eritroxiláceas son plantas arbustivas o arbóreas, de hojas enteras, provistas de estípulas. Las flores actinomorfas, pequeñas, tienen 5 sépalos y 5 pétalos, los segundos con apéndices en el lado interno. Hay 10 estambres, generalmente de longitud diferente, unidos por la base. El ovario tiene de 3 a 4 carpelos, de los cuales sólo 1 se desarrolla. El fruto es una drupa.

La única especie de valor económico es la coca.

COCA, *Erythroxylon* spp.

Las hojas de coca han sido utilizadas por sus propiedades estimulantes, como masticatorio, en Sur América desde épocas prehistóricas. Este uso, limitado a ciertas castas durante la dominación indígena, se extendió considerablemente durante la colonia, llegando a constituir actualmente un serio problema social. La coca mascada con cal alivia el hambre y el cansancio, lo que lleva por lo tanto a un consumo bajo de alimentos y a un exceso de desgaste físico. El uso de la coca no crea hábito, ni parece en sí tener efectos nocivos, pero al reemplazar a los alimentos conduce a niveles nutritivos deficientes.

A fines del siglo pasado se extrajo de las hojas de coca un alcaloide, cocaína,

que fue muy usado como analgésico. La cocaína tiene otras aplicaciones en medicina, y su uso como narcótico está muy extendido. Esto ha llevado a un control internacional de su fabricación y los países en que se siembra coca se han comprometido a eliminar ese cultivo dentro de la próxima década.

La coca es un producto importante en Perú y Bolivia, en las áreas húmedas de la vertiente amazónica, entre los 300 y los 1.000 m. de altura. En menor grado se produce en Ecuador y Colombia. Fuera del área de origen la coca sólo se ha producido comercialmente en Java, donde su cultivo ha venido a menos después de la última guerra.

Sistemática y origen

La coca se ha clasificado por algunos autores en una sola especie, *Erythroxylon coca*, y por otros en dos: *E. coca*, coca de Huánuco o de Bolivia, y *E. novogranatense*, coca de Trujillo o de Java. Según el primer concepto esta última entidad sería un cultivar de la primera. Ninguno de los dos tipos citados se conoce en estado silvestre; su área actual de expansión va desde el Norte de Colombia hasta el Noreste de Argentina, y se ha sugerido que la domesticación pudo ocurrir en Colombia, es decir, fuera del área en que actualmente es más intenso su cultivo. En épocas recientes el uso de la coca se ha extendido a los indios de las cabeceras del Amazonas.

Morfología general

Los cocas (Fig. 28.1 A) son arbustos bajos, muy ramificados. En *E. coca* las

hojas son marcadamente acuminadas, agudas en la base y miden de 4 a 10 cm. de largo por 2 a 5 cm. de ancho; con estípulas de 3 a 4 mm. de longitud. En *E. novogranatense* el ápice es redondeado, con el acumen corto y la base muy atenuada; miden de 2 a 5 cm. de largo y las estípulas sólo de 1 a 3 mm. de longitud.

Las hojas presentan una nervadura falsa (Fig. 28.1 B), más notable en el lado inferior de la hoja; consiste en un par de rebordes muy delgados, coriáceos, paralelos al nervio central. Estos rebordes resultan de la forma en que las hojas están arrolladas en la yema.

La estructura de la hoja (Fig. 28.1 C) no presenta características notables. Debajo de la epidermis superior, formada por una capa de células de paredes exteriores cutinizadas, hay un estrato de parénquima en empalizada de células muy alargadas y con abundantes cristales de oxalato de calcio. El parénquima esponjoso contiene mucha clorofila; en ambos se encuentran

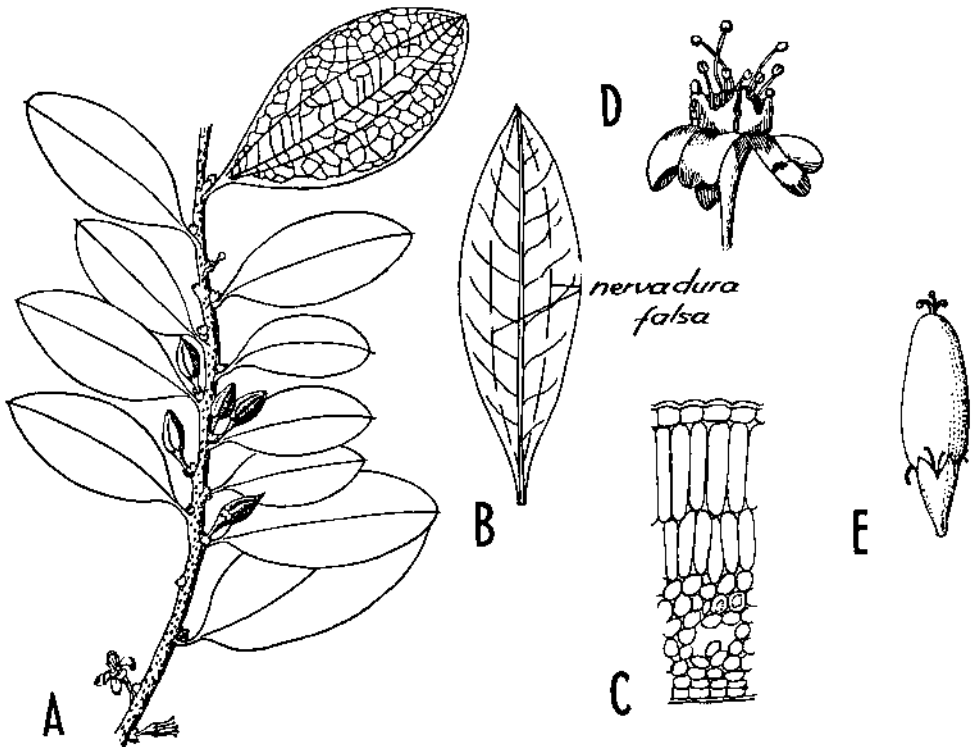


Fig. 28.1. *Erythroxylon coca*, coca. A, porte. B, hoja. C, corte le la hoja. D, flor. E, fruto.

los alcaloides; en *E. novogranatense* hay además aceites y sustancias astringentes. La epidermis inferior es de paredes más gruesas e irregulares que la superior.

Las flores (Fig. 28.1 D) en *E. coca* tienen el cáliz cónico, de tubo muy delgado con 5 dientes. La corola de 5 pétalos libres y blancos, es más o menos cerrada. En *E. novogranatense* el cáliz es corto y los 5 pétalos más abiertos, casi de posición

horizontal. En ambos tipos hay dos clases de flores; unas con los 10 estambres de diferente longitud y los 5 estilos más largos, o con los estambres de igual longitud y los estilos más cortos. El fruto (Fig. 28.1 E) es una drupa elipsoidal, de 7 a 8 mm. de largo en *E. coca*, y de 6 a 10 mm. en *E. novogranatense*, roja, con una sola semilla, pues no desarrolla más de 1 óvulo de los 3 que tiene el ovario.

MALPIGIACEAS

Esta pequeña familia tropical incluye algunos frutales de escasa importancia. Las Malpigiacas son árboles o lianas, cuyas flores tienen 5 sépalos pequeños provistos de glándulas, y corola con frecuencia asimétrica, amarilla, morada o blanca, con 5 pétalos de base angosta unguiculada y con la parte superior ancha y bordes bien recortados. Las frutas en las especies útiles son bayas carnosas.

ACEROLA DE LAS ANTILLAS, SEMERUCO, BARBADOS CHERRY, *Malpighia glabra* (*M. puniceifolia*)

En los últimos años esta especie ha sido estudiada detenidamente por el alto contenido de vitamina C de sus frutos.

La acerola (Fig. 28.2) es un árbol bajo con ramillas de dos clases: unas terminales, de 15 a 30 cm. de largo, de entrenudos largos y con hojas grandes que miden de 5 a 10 cm. de longitud; otras laterales y cortas con hojas pequeñas. La planta puede ser de ramificación compacta o espaciada, según el cultivar. Las hojas elípticas, ovales u obovadas, de 2 a 10 cm. de largo por 1 a 6 cm. de ancho, con el ápice obtuso o emarginado, son verde oscuro; brillantes arriba, más claras en la parte inferior y están cubiertas por un vello fino cuando jóvenes.

La inflorescencia es una cima pedunculada, con 2 a 8 flores, en las ramillas largas o en cimas sésiles o cortopediceladas en las laterales. El cáliz tiene 5 sépalos blancos y erectos, de 2 a 3 mm. de largo; hay de 6 a 10 glándulas rodeando la parte inferior y externa de los sépalos. De los 5 pétalos unguiculados, de 6 a 10 mm. de largo, cuatro son iguales, el quinto más grande y levantado; su color varía

según el clon, entre rosado, violeta o blanco. Hay 10 estambres unidos por la base, 2 de ellos más largos. El pistilo tiene 3 carpelos, 2 de ellos más gruesos y termina en un estilo simple.

El fruto es una drupa globosa, algo aplastada por el eje central, de 1 a 3 cm. de ancho, con 3 salientes longitudinales curvos y poco marcados. El pericarpo es delgado y frágil, anaranjado a violeta oscuro; el mesocarpo carnososo, dulce, contiene



Fig. 28.2. *Malpighia glabra*, acerola.

ne de 1.000 a 4.000 mg. de ácido ascórbico por 100 gm. de jugo. Al centro hay 3 nueces, con crestas o proyecciones rugosas.

En Puerto Rico y Florida se han aislado plantas de buen tamaño de fruta y alto

contenido de vitamina C, que se han propagado clonalmente.

Las frutas se consumen frescas o preparadas en jaleas o jugos enlatados, helados y conservas. En estas últimas no se pierde el contenido vitamínico.

NANCE, *Byrsonima crassifolia*

Esta especie se halla en estado de semicultivo en las tierras bajas y secas desde México al Norte de Sur América. Tipos superiores se han escogido y cultivado por sus frutos, especialmente en Centro América.

El nance (Fig. 28.3) es un árbol de 2 a 15 m. de altura, de hojas ovadas a elípticas, de 8 a 16 cm. de largo por 4 a 8 cm. de ancho, verdes, opacas en la cara superior, blanquizcas y pilosas en la inferior. Las inflorescencias son racimos de 15 a 20 cm. de largo con muchas flores; los pétalos de 1 cm. de largo, amarillos al principio se tornan después rojos.

El fruto es una drupa esférica, de 8 a 15 mm. de diámetro, amarillo uniforme o con áreas anaranjadas. La pulpa es delgada, blanquizca, azucarada, de sabor y olor peculiares. El centro lo ocupa una semilla grande y esférica. Las frutas del nance se comen crudas o en refrescos y son muy abundantes en las mercados de Centro América.

Otras especies suramericanas, brasileñas especialmente, utilizadas por sus frutos son el MURICI o GANGICA, *B. sericea*, *B. intermedia* y otras. Con los frutos del MARICAO, *B. spicata*, que son muy ácidos para comerse crudos, se preparan jaleas y conservas.



Fig. 28.3. *Byrsonima crassifolia*, nance, peralejo.

OXALIDACEAS

La familia de las Oxalidáceas incluye un gran número de especies herbáceas, que se caracterizan por tener hojas compuestas de 3 ó 4 folíolos obovoides o triangulares y que a manera de los tréboles se cierran y abren según la iluminación que reciban. Algunas de ellas como la oca, *Oxalis tuberosa*, de las tierras altas de Sur América, producen tubérculos comestibles.

En los trópicos asiáticos hay dos árboles frutales del género *Averrhoa*: el carambolo, *A. carambola*, y el bilimbi o tiriguro, llamado grosel'a en América tropical, *A. bilimbi*, que se cultivan esporádicamente por sus frutos carnosos.

CARAMBOLO, *Averrhoa carambola*

Este frutal (Fig. 28.4), originario de los trópicos de Asia, es un árbol bajo, muy ramificado, cuyas hojas compuestas llevan

de 2 a 5 hojuelas a cada lado; los folíolos son ovados a ovoidolanceolados, de 2 a 9 cm. de largo por 1 a 5 cm. de ancho

y su tamaño aumenta de la base al ápice de la hoja. El follaje es al principio rojo bronceado y se torna luego verde claro, casi blancuzco en la parte inferior de las hojuelas. Las flores aparecen en panículas cortas de raquis rojizo y pubescente, opuestas a las hojas en las ramillas o en ramas viejas y defoliadas. Tienen 5 sépalos rojos, de 3 a 4 mm. de largo y 5 pétalos oblongos, blancos o amarillentos, con manchas rojas en los bordes. Son de 10 estambres, 5 fértiles y 5 convertidos en estaminodios. Hay dos tipos de flor según la longitud del pistilo, el cual está constituido por un ovario piloso y 5 estilos, que miden cerca de 2 mm. en las flores de estilos largos y menos de 1 mm. en las de estilos cortos.

Los frutos llamados carambolas, son elipsoidales u ovoides, con 5 costillas o prominencias longitudinales; en corte transversal aparecen como una estrella de 5 picos. A cada costilla o prominencia corresponde un lóculo con 2 semillas planas. Los frutos miden de 6 a 12 cm. de largo por 3 a 6 cm. de ancho. El epicarpo es amarillo, duro y brillante; el mesocarpo amarillo, carnoso y ácido.



Fig. 28.4. *Averrhoa carambola*, carambolo.

El carambolo crece bien en los trópicos bajos, y está escasamente distribuido en América tropical. Los frutos se preparan en conservas o jaleas, rara vez se comen crudos o en ensaladas. Hay algunos cultivares de bajo contenido en ácido oxálico, con frutos dulces y agradables. La carambola es de buen contenido en vitaminas A y C.

TIRIGURO, BILIMBI, GROSELLA, *Averrhoa bilimbi*

El nombre español de grosella que se da a varias especies de *Ribes*, se aplica en América Latina al bilimbi, (Fig. 28.5), frutal originario de los trópicos indomalayos. Es un árbol hasta de 10 m. de altura, de hojas alternas, compuestas por 5 a 16 pares de hojuelas oblongas, agudas al ápice, de 4 a 12 cm. de largo, cuyo tamaño, como en el carambolo, aumenta de la base al ápice de la hoja. Las flores aparecen en panículas; tienen 5 sépalos y 5 pétalos rojizos, 10 estambres fértiles en 2 grupos de diferente longitud, y pistilo constituido por un ovario elíptico y pubescente y 5 estilos cortos.

El fruto es una baya elipsoidal, de 4 a 6 cm. de largo, verde, a menudo con costillas apenas marcadas. Hay cultivares poco ácidos, cuyos frutos se pueden comer crudos, pero lo común es que el

bilimbi se prepare en jaleas o conservas azucaradas.



Fig. 28.5. *Averrhoa bilimbi*, bilimbi.

REFERENCIAS

- BUES, C. La coca en el Perú. Boletín de la División de Agricultura y Ganadería (Perú) 5:3-73. 1935.
- GUTIERREZ-NORIEGA, C. y HAGEN, V. W. VON. Coca, the mainstay of an arduous native life in the Andes. Economic Botany 5:145-152. 1951.
- LA COCA. Actas Ciba (Argentina) 4:1-120. 1946.
- MIYASHITA, R. K., NAKASONE, H. Y. y LA-MOREUX, C. H. Reproductive morphology acerola (*Malpighia glabra*) Hawaii Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin no. 63. 1964. 31 p.
- MOSCOSO, C. G. West Indian cherries and the production of ascorbic acid. Puerto Rico Agricultural Experiment Station. Miscellaneous Publication no. 2. 1950. 9 p.
- OSTENDORF, F. W. The West Indian cherry. Tropical Abstract 18: 145-150. 1963.
- ROGERS, D. J. Divine leave of the Incas. Natural History 72:32-37. 1963.

MALVACEAS. BOMBACACEAS. ESTERCULIACEAS. TILIACEAS

29

MALVACEAS

Las Malváceas son plantas arbustivas o herbáceas, con hojas de nervadura palmeada y flores con uno o más involucros. El cáliz y la corola constan generalmente de 5 partes. El carácter más típico de esta familia es la agrupación de los estambres en una columna, por cuyo centro pasa el pistilo.

Se distinguen por la riqueza de fibras en el floema del tallo (kenaf) o en las semillas (algodón); por la presencia de canales de mucílago en las partes vegetativas y reproductivas y por el indumento, sobre el tallo y hojas, de pelos estrellados.

Se utilizan por las fibras: algodónero, kenaf, aramina, rosella y otros; por los frutos comestibles: okra, rosella. Hay muchas especies ornamentales de valor económico, como los hibiscus.

ALGODONEROS, *Gossypium* spp.

Sistemática

El algodón es el producto de cuatro especies de *Gossypium*, dos del Viejo Mundo: *G. herbaceum* y *G. arboreum*, y dos americanas: *G. barbadense* y *G. hirsutum*. Estas especies se diferencian de sus congéneres por tener en la semilla fibras largas y finas, con las que se pueden elaborar hilos y tejidos.

Las dos especies del Viejo Mundo son diploides, con 26 cromosomas en las células somáticas. Se distinguen por la forma de las bracteolas, que en *G. arboreum* envuelven estrechamente la flor y tienen 3 ó 4 dientes, mientras que en *G. herbaceum* son abiertas y tienen de 6 a 8

dientes. El fruto es también distinto: en la primera especie es alargado, con el ápice agudo; en la segunda, esférico y con una pequeña prominencia en el ápice.

G. herbaceum es la más primitiva; es originaria de las áreas secas del centro de Africa. No existe idea clara de dónde y cómo se domesticó; su cultivo se expandió hacia las áreas más templadas del Norte, en donde aparecieron tipos anuales que se adaptan al cultivo en los meses de verano.

Los tipos primitivos de *G. arboreum* son altos, perennes, de distribución muy amplia: Filipinas, Burma, India, Persia hasta la parte oriental de Africa. Pudo derivarse de *G. herbaceum* y tampoco se

conoce su área de domesticación. Se sabe que 3.000 años antes de Cristo se cultivaba en India, y que en esa época ya se elaboraban muy buenas telas. De esta especie también se conocen tipos anuales, lo que ha permitido extender su cultivo a las zonas templadas de Asia.

Las dos especies americanas (Fig. 29.1) son tetraploides, con 52 cromosomas en las células somáticas. En *G. hirsutum* la columna estaminal es corta, con las anteras sueltas, pues sus filamentos son más largos en la parte superior que en la inferior. Su área de distribución natural abarca México y Guatemala, y en ella aún existen poblaciones aparentemente silvestres. En cultivo se ha extendido modernamente más que las otras especies.

En *G. barbadense* la columna estaminal es larga, las anteras forman un grupo compacto, con filamentos cortos e iguales. *G. barbadense* es aparentemente nativa de Sur América, tanto de las áreas secas del litoral pacífico como de la cuenca amazónica, y se encuentra también en las islas Galápagos. Se extendió en tiempos prehispánicos por las Antillas Menores.

Las cuatro especies de algodónero se componen de poblaciones muy variables, asociadas íntimamente con el hombre. Aparecen de preferencia cerca de las habitaciones y han seguido las grandes corrientes de emigración humana. Algunas de ellas tienen características primitivas,

como fibra escasa y áspera y crecimiento perenne. No existe seguridad, sin embargo, de que estas poblaciones o variedades sean legítimamente primitivas, ya que pueden derivarse de plantas escapadas del cultivo.

Origen de los algodóneros americanos

La distribución geográfica del género *Gossypium* abarca las áreas tropicales de Asia, Africa, Australia y América y además, ciertas islas intermedias entre los continentes, tales como Hawaii y Cabo Verde.

Hace algunos años se demostró que los algodóneros tetraploides cultivados de origen americano, *G. hirsutum* y *G. barbadense* y una especie silvestre de Hawaii, *G. tomentosum*, tienen un complemento de 13 cromosomas similar al de los algodóneros asiáticos. Como a éste se designa con la letra A, y al complemento original de los americanos diploides con D, los algodóneros tetraploides tendrían así la fórmula AADD, lo que puede explicarse por un cruce de A x D y un doblamiento posterior.

La forma como llegó a ocurrir ese cruzamiento ha sido objeto de varias explicaciones, ninguna satisfactoria. Se ha supuesto primero, que por abarcar el género *Gossypium* una distribución tan amplia, pudo tener en épocas geológicas muy

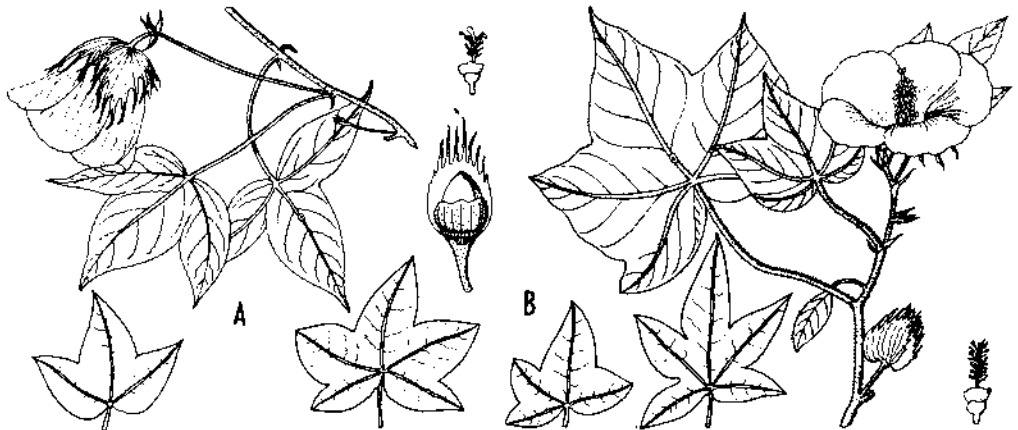


Fig. 29.1. *Gossypium* spp., algodón. A, *G. hirsutum*. B, *G. barbadense*.

remotas un gran centro de dispersión, del cual partieron los algodoneros de los cuatro continentes. Este centro pudo estar situado en lo que ahora es Norte América y allí pudieron ocurrir los cruces, antes de que se separaran los diferentes tipos de algodoneros. Esta teoría presupone la existencia de un puente entre Asia y América, idea que no es admitida y por pruebas genéticas se sabe que el cruce entre A y D no pudo ocurrir en épocas tan remotas.

Otra hipótesis supone que el hombre trajo el algodonero de Asia a América en épocas precolombinas y que en algún lugar de América del Sur, presumiblemente en Perú o Ecuador, se hibridizó con una especie local, *Gossypium raimondi*. Por un doblamiento cromosómico posterior se podría explicar así el origen de los algodoneros tetraploides en América, y la dispersión por el mar explicaría la presencia del algodonero silvestre en Hawaii. La teoría es tan compleja y con tantos hechos en contra que ha sido abandonada. Por ejemplo es difícil explicar cómo llegó el algodón de Asia a América, sin que vinieran con él otras plantas más útiles. La posibilidad de que fuera traído por polinesios está descartada, pues cuando éstos alcanzaron su mayor expansión y avances en el arte de navegar, ya hacía muchos siglos que se conocía el algodón en América y los indios de la costa del Perú hacían magníficos tejidos. Del punto de vista biológico la hibridación entre especies diploides de *Gossypium* no es fácil que ocurra en la naturaleza, y aún experimentalmente es difícil de lograr. Las pruebas genéticas también contradicen la posibilidad de que tales cruces hubieran sucedido en épocas relativamente recientes.

Una tercera hipótesis propone que el complemento pudo no venir de Asia cruzando el Pacífico, sino de Africa, por el Atlántico, probablemente sin la intervención del hombre. El cruce entre los algodoneros diploides habría ocurrido en el Noreste de América del Sur, de donde se expandieron hacia el Oeste y el Norte. Esta hipótesis no explica satisfactoriamente

ciertos hechos, como la presencia de los algodoneros tetraploides en Hawaii.

Morfología general

En los algodoneros la ramificación consiste de un eje central del que parten ramas laterales, vegetativas o floríferas. El porte está determinado por el tipo de crecimiento, anual o perenne. Los anuales son realmente tipos precoces, pues aunque fructifican en pocos meses, pueden seguir creciendo por más del año. En ellos la longitud de las ramas laterales determina formas cónicas, esféricas o cilíndricas. Los algodoneros perennes de los trópicos, que viven varios años, llegan a alcanzar el porte arbóreo con ramificación muy irregular.

En el tallo central las hojas están colocadas en espirales de filotaxia de $3/8$, $1/3$, $2/5$ y otras, según la especie y el cultivar. En la axila que forma la hoja con el tallo central hay una yema primaria, que lleva en su base otra secundaria, y una hojita delgada, linear, sin pecíolo, que es la hoja basal de la primera. La yema primaria forma una rama, que puede ser vegetativa o florífera. Por lo común de las axilas inferiores del tallo sólo brotan ramas vegetativas; las primeras ramas floríferas aparecen hasta la quinta o sexta yema en *Gossypium hirsutum*, en la novena o décima en *G. barbadense*.

Los algodoneros perennes presentan dos tipos de ramas (Fig. 29.2 A): vegetativas, que salen de las yemas basales, crecen erectas en ángulo agudo con el tallo central, alcanzando a menudo igual longitud que éste, y floríferas, más cortas, que crecen en la parte central del tallo. De las ramas vegetativas brotan ramillas de segundo orden, que llevan flores. La cantidad de frutos que se forma en la planta es por lo común mayor en las ramas vegetativas que en las floríferas. En los tipos intermedios cerca del 40 por ciento de las flores están colocadas en las ramas vegetativas. Los algodoneros anuales como 'Upland', por lo general carecen de estas últimas. La segunda yema axilar

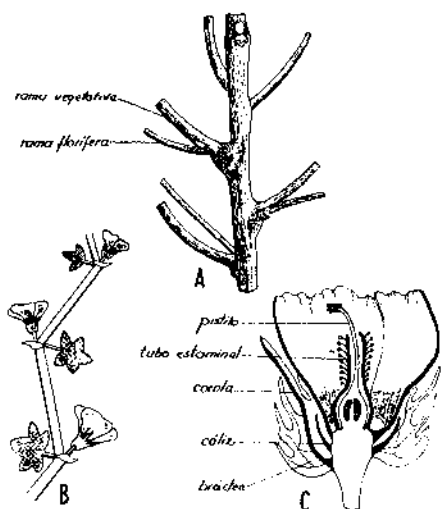


Fig. 29.2. *Gossypium* spp., algodón. A, ramificación. B, esquema de ramilla florífera. C, flor.

secundaria se desarrolla si la yema primaria no crece o si la planta es muy vigorosa y es generalmente florífera cualquiera que sea el tipo de la primaria. Sin embargo, es común en *G. barbadense* y en algunos cultivares de *G. hirsutum*, que si la yema primaria es florífera, la secundaria se desarrolla en una rama corta con flores.

Hay una diferencia marcada entre las ramas vegetativas y las floríferas. Las primeras como el tallo central, tienen un punto apical de crecimiento, que forma nuevas hojas y alarga constantemente las ramas; su crecimiento es monopodial y sigue una línea recta. En ellas las hojas están colocadas en una filotaxia igual a la del tallo. Las ramas floríferas (Fig. 29.2 B) en cambio, terminan en una flor; debajo de ésta hay una hoja, que tiene una yema axilar, la cual al formarse la flor crece hacia un lado, alargando la rama pero terminando también en otra flor. Esta a su vez tiene una hoja con una yema axilar, que crece y así sucesivamente se alarga la rama en forma simpodial. Estas ramas contrastan con las vegetativas por crecer en zigzag. Puede ocurrir que de ramas vegetativas laterales salgan ramillas floríferas. También ocurre a veces

que en la axila de una rama florífera se desarrolle en la segunda yema, que es por lo general latente, una ramilla con una flor. Al fructificar ésta pareciera que del mismo nudo salieran dos frutos.

Las ramas vegetativas son más gruesas y largas y pueden ser erectas o pendientes; las floríferas son más delgadas y cortas, generalmente horizontales en *G. hirsutum*, en ángulo agudo en *G. barbadense*.

La estructura del tallo y las ramas no ofrece características especiales. En las partes jóvenes los tallos tienen en corte transversal una forma más o menos pentagonal, que se torna circular en los troncos y ramas desarrolladas. La epidermis se compone en el primer caso de una sola capa de células con pelos, que desaparecen conforme aumenta la edad del tronco. En los tallos viejos hay una capa activa de formación de corcho. En la corteza el floema se presenta estratificado, es decir, que hay capas alternas de fibras duras y compactas y de floema funcional, formado por tubos cribosos, células anexas y parénquima, de color más claro. Hay zonas radiales de parénquima, más estrecho hacia el cambium, y que se ensanchan hacia afuera. El xilema o madera es suave; hay pocos vasos grandes y muy distribuidos. Al centro la médula se forma de parénquima.

Sistema radical

En el algodón hay una raíz principal que crece en sentido vertical, y que una vez que ha alcanzado niveles profundos, se ramifica intensamente. Las raíces de segundo orden aparecen en 4 filas verticales, no siempre bien definidas, que corresponden a los 4 rebordes del cilindro central. En las plantas jóvenes la raíz principal tiene una longitud hasta diez veces mayor que el tallo aéreo. La ramificación abundante de las raíces es característica de todas las especies del género *Gossypium*, que por lo común son originarias de sitios secos.

Hojas

Las hojas de los algodoneros cultivados presentan una gran variedad de formas, aún en la misma planta. La lámina se divide en 3 a 9 lobos, por lo común 3 ó 5. La división es generalmente más marcada en las especies asiáticas.

La pubescencia es otra característica extremadamente variable. Los pelos son de dos clases, estrellados y simples, y más abundantes en el reverso de la hoja, o sobre los nervios de ambas caras. En *G. barbadense* hay cultivares prácticamente sin pelos, pero otros como 'Tangüis', son marcadamente pubescentes.

Las hojas tienen en la base del pecíolo dos estípulas finas. El pecíolo es largo, de 3 a 6 cm., cilíndrico y pubescente. Se divide en la base de la lámina en 2 a 9 nervios principales (nervadura palmeada); en cada uno de éstos, cerca de la inserción del pecíolo, hay uno o más nectarios, cavidades muy pequeñas, lisas o con pelos estrellados, con papilas carnosas en el fondo.

La estructura de la hoja no ofrece características notables. La epidermis superior tiene estomas numerosos; sus células se prolongan en los pelos estrellados o sencillos. El parénquima es empalizada ocupa la mayor parte de la hoja. En el parénquima lacunoso son frecuentes los canales de mucilago. La epidermis inferior es de superficie más irregular y contiene más estomas que la superior.

Flor

La flor (Fig. 29.2 C) está envuelta en el botón por un involucre formado por 3 brácteas verdes, triangulares, profundamente recortadas. Estas brácteas son permanentes y rodean por algún tiempo al fruto en desarrollo, constituyendo un obstáculo para la recolección de la fibra. Por lo común dos de ellas son iguales y la tercera es menor. Dentro de las brácteas se encuentran en muchos cultivares otros 2 ó 3 órganos similares, pero mu-

cho más pequeños, las bracteolas. El cáliz es tubular, con 5 dientes cortos; en su parte exterior tiene 3 nectarios y en la pared externa hay filas de glándulas, de color más claro. Hacia el interior, entre el cáliz y la corola, se hallan varias estructuras finas, a manera de otro cáliz, constituídas por dientes agudos. Los 5 pétalos están unidos sólo por la base y son delgados, suaves, de color blancuzco a amarillo, a menudo con una mancha púrpura en la base. Los estambres se unen formando la columna estaminal, que lleva de 100 a 150 estambres; éstos pueden salir irregularmente en unas 10 filas dobles o se concentran hacia el ápice de la columna. Los filamentos son finos y las anteras redondas y bilobadas. El pistilo está constituido por un ovario con 2 a 6 carpelos y se prolonga dentro de la columna estaminal, sobresaliendo de ella y dividiéndose en varias ramas estigmáticas.

Biología floral

Las flores del algodonero duran un día. Al abrirse en la mañana ya hay suficiente polen suelto en los estigmas para producir la autofecundación. La flor se cierra por la tarde y la corola se desprende días después. A pesar de la gran cantidad de polen producido por una flor, los insectos que las visitan activamente, pueden traer polen de otras flores y la fertilización cruzada ocurre en bajo porcentaje.

Fruto

El fruto es una cápsula ovoide, cubierta por las brácteas, con 3 a 5 celdas que contienen de 5 a 10 semillas cada una. La cápsula tarda unos 50 días en madurar, crece rápidamente y alcanza su tamaño normal tres semanas después de la fertilización. Hay diferencias marcadas en la superficie de las cápsulas en las dos especies en cultivo: en *G. barbadense* está cubierta por glándulas cóncavas, a manera

de puntos y son de color verde oscuro; en *G. hirsutum* son lisas y de color verde claro.

Semilla y fibra

La semilla del algodón contiene de 15 a 20 por ciento de proteínas y hasta 20 por ciento de aceite. Es por lo tanto un subproducto de gran valor económico en la alimentación y la industria. Un obstáculo para su uso es la presencia en los tegumentos de una sustancia venenosa, gosiopiol, que debe eliminarse antes de usar la semilla en la alimentación. La torta constituye un excelente alimento para el ganado.

La semilla (Fig. 29.3) se compone de testa, dos grandes cotiledones y un embrión pequeño y piriforme. La testa incluye primero la epidermis; luego una capa externa de pigmentos; una gruesa capa de empalizada, y otra capa interna de pigmentos. De la epidermis se desarrollan las fibras, que son de dos clases: las primeras largas y delgadas, de 1,5 a 6 cm. de longitud, pueden ser tejidas o hiladas; las segundas, más cortas y adheridas a la semilla, constituyen lo que se llama borra o pelusa.

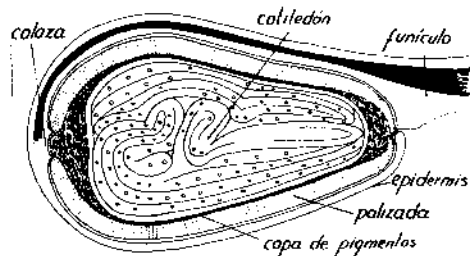


Fig. 29.3. *Gossypium* spp., algodón. Estructura de la semilla.

Las fibras grandes inician su crecimiento como prolongaciones de las células epidérmicas al momento de abrirse la flor y las que forman la borra 4 ó 6 días después. Las fibras (Fig. 29.4) comienzan como protuberancias redondeadas, que se van estirando hasta formar un cilindro de paredes muy delgadas que a los 20 días

ha alcanzado su longitud máxima; es común que estas fibras tengan una longitud 300 veces mayor que su diámetro. Las condiciones ambientales, especialmente el agua disponible, afectan profundamente la elongación de las fibras, pero son los factores varietales los que determinan principalmente sus características. Una vez que la fibra ha alcanzado la longitud máxima, se inicia su engrosamiento, que resulta de los depósitos continuos de celulosa sobre la pared interna o primaria de la fibra. Estos depósitos se hacen en espirales de dirección diferente y no son de grosor uniforme. El núcleo y otras partes vivas de la célula desaparecen y el engrosamiento de la pared continúa hasta pocos días antes de abrirse el fruto. El grosor de la pared cambia mucho según la especie y el cultivar, y es mucho mayor en los algodones asiáticos que en los americanos. La fibra en completo desarrollo es entonces un cilindro formado por la membrana primaria, recubierta internamente por bandas espirales de celulosa, de grosor y dirección diferentes, con el centro o lumen estrecho y vacío.

En el momento de abrirse el fruto o mota del algodón, las fibras largas se secan, pierden su forma cilíndrica, se aplanan como bandas, y en ciertos puntos en que la capa de celulosa por su posición espiral es aún más delgada, se doblan y toman el aspecto de bandas retorcidas. Es por esta característica y por su longitud, que las fibras del algodón pueden unirse formando hilos. El color de las fibras largas varía de blanco a crema. Hay mutaciones de color marrón o rojizo, debidas a caracteres dominantes sobre blanco.

La borra y las fibras tienen una distribución diferente según el cultivar. En *G. hirsutum* ambas están distribuidas más o menos uniformemente en toda la semilla. En ciertos grupos de cultivares de *G. barbadense*, como 'Sea Island', las fibras son más abundantes hacia el extremo ancho o apical de la semilla. La borra en cambio se concreta hacia la base y el resto es liso o cubierto por borra. El color de ésta es similar al de la fibra, aunque

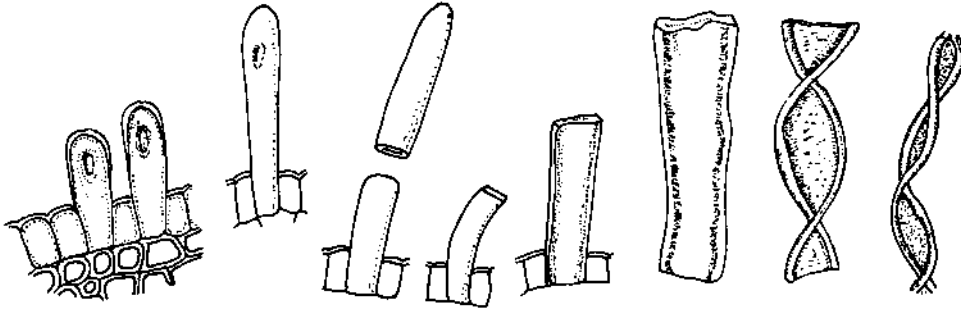


Fig. 29.4. *Gossypium* spp., algodón. Etapas en el desarrollo de la fibra.

frecuentemente es de tono castaño o verdoso.

Variabilidad

La mayoría de los cultivares modernos de algodón son el resultado de programas intensos de mejoramiento. Como en casos similares en otros cultivos, existe un cambio continuo de variedades, conforme se producen nuevos tipos superiores.

Los criterios de selección se basan en:

1. Rendimiento, que resulta del número de plantas que pueden crecer en un área determinada y de la producción individual de ellas. Esto último depende del número de frutos por planta y de la producción de fibra por fruto. El primero está condicionado por el número y características de las ramas floríferas y el segundo, por el número de semillas, lóculos y cantidad de fibra por semilla en cada fruto.

2. Calidad de la fibra, expresada en longitud, resistencia, tensión, color, suavidad y otros factores. Estos se determinan mediante aparatos y muestras establecidas como patrones.

3. Resistencia al ataque de hongos e insectos y a ciertas condiciones fisiológico-ambientales que determinan por ejemplo, un exceso de caída de frutos aún no maduros.

4. Facilidades para la recolección mecanizada, como tamaño de la planta, frutos

que no se abren completamente y otras características.

De *G. hirsutum* se conocen grupos de cultivares como 'Upland', en que se incluyen 'Acala', 'Deltapine', 'Stoneville', etc. El grupo Marie-Galante, es originario de las Antillas. De *G. barbadense* se conocen los llamados 'Sea Island', 'Egipcios', 'Brasiliense', 'Tangüis', 'Pima', etc.

En la selección de estos cultivares comerciales se ha partido de dos tipos de materiales básicos:

1. De plantas individuales de características extraordinarias por su rendimiento y resistencia, calidad de fibra y otros caracteres, debidos posiblemente a mutaciones; así se originaron 'Stoneville', 'Tangüis' y otros.

2. De variedades primitivas o silvestres, cultivadas las primeras en distritos apartados, que se introducen en áreas de producción comercial donde se evalúan y seleccionan.

Materiales procedentes de estas dos fuentes se someten a métodos especiales de selección. Para ello se cuenta con una base genética muy apreciable, pues los estudios de herencia de caracteres en el algodón están muy avanzados. Los métodos usados han sido: a) la selección de plantas superiores para establecer progenies, y la selección masal de esas progenies en pruebas replicadas. En esta forma se han obtenido poblaciones estables y homogéneas, dentro de las cuales es difícil avanzar más la selección. Esta tiene que operar con materiales superiores que apa-

rezcan incidentalmente en las poblaciones o recurriendo a las dos fuentes básicas ya citadas. b) el uso de retrocruzamiento conforme al cual se obtienen híbridos entre dos padres, uno de los cuales puede ser de alto rendimiento y otro de buena resistencia a una enfermedad o plaga. Los híbridos intervarietales muestran en el algodón una gran heterogeneidad, pero al retrocruzar a un padre puede incorporar resistencia y formar así un nuevo cultivar.

Las cuatro especies de algodón están compuestas por razas geográficas, cuya distribución ha sido muy afectada por el hombre. En las especies del Viejo Mundo, *G. herbaceum* presenta una serie a partir de "africanum" que puede ser la más primitiva y se halla de Mozambique a Angola, hasta tipos en Asia Central como las razas "persicum" y "kuljianum", muy precoces y adaptadas a veranos cortos. Estos tipos se expandieron también hacia India. La especie *G. arboreum* tuvo su centro de expansión en India. Incluye también tipos perennes, originales y sus derivados anuales. Algunos de los primeros se extendieron a África. Entre los segundos, la raza "sinense", de China, incluye los tipos anuales más adaptados a veranos cortos.

Entre las especies del Nuevo Mundo, *G. barbadense*, originaria de Sur América, presenta una diversificación racial poco clara. Hay tanto tipos perennes como

anuales. Entre estos últimos 'Sea Island' incluye los cultivares que dan el algodón más fino; se originaron posiblemente en Sur América y fueron introducidos al litoral Atlántico de los Estados Unidos, de las Bahamas o Antillas, por lo que se les dio ese nombre. Actualmente es de importancia en esa área y especialmente en Egipto, donde ha predominado y ha formado nuevos tipos, los 'Egipcios'; en el Oeste de los Estados Unidos se cultivan los 'Pima'. En el Perú se encuentra un grupo de cultivares superiores, 'Tangüis'.

La especie *G. hirsutum*, de Centro América, revela en cambio una separación racial más marcada. Dos grupos perennes son de importancia: 'Marie-Galante', compuesta de árboles pequeños que se halla en la porción Sur de Centro América, las Antillas y el litoral atlántico de Sur América, hasta Bahía. El segundo grupo, 'Punctatum', incluye plantas más bajas y su centro de distribución está en México; es el más importante de todos, pues domina en la producción mundial. A ese grupo pertenecen los 'Upland', ya citados que forman la mayoría de los algodones de Estados Unidos, Centro América, Brasil, África (con excepción de Egipto), India y China. Los tipos de pubescencia densa en esta especie, como 'Cambodia', ofrecen una alta resistencia a los insectos, que en África y Oriente constituyen el gran factor limitante de la producción.

KENAF, *Hibiscus cannabinus*

El kenaf es una de las plantas fibrosas que ha alcanzado mayor importancia en las últimas décadas; es un buen sustituto del yute; puede crecer en áreas en que esta última especie se produce difícilmente, y la elaboración de la fibra es más fácil y económica. En América tropical es de especial interés por suministrar materia prima para la fabricación de sacos para café, granos y otros productos de exportación.

Origen

El kenaf y otras especies afines de *Hibiscus* se domesticaron en África, posiblemente por sus semillas comestibles. *H. cannabinus* crece silvestre en Angola y otras regiones de África Occidental. Como fibrosa no alcanzó mayor importancia hasta que fue introducida a India, donde se desarrolló su cultivo y utilización. Se extendió después a Indonesia, Egipto, Fili-

pinas y más recientemente a las Antillas, América Central, Brasil y Perú.

Morfología general

El kenaf es una hierba alta, generalmente de tallo no ramificado (Fig. 29.5 A). Su crecimiento dura de 2 a 12 meses y está condicionado en la gran mayoría de los cultivares por la longitud del día, a la cual algunos de ellos son excepcionalmente sensibles. El kenaf florece cuando se acortan los días, por lo general a 9 ó 10 horas de sol, sin que la edad cronológica de la planta afecte este proceso. La calidad de la fibra depende del grado de crecimiento, y es óptima cuando la planta ha producido unas 10 ó más flores, y baja conforme aumenta la floración. Como los cultivares industriales son por lo común de días largos, crecen mejor en las áreas extremas de los trópicos, donde las plantas se desarrollan en días de más de 12 horas y florecen al llegar los días cortos. Hay algunos cultivares como 'Tingo María', que son insensibles al fotoperiodo.

Las hojas del kenaf son de pecíolos largos, lisos o con espinas; la forma de la lámina es muy variable, tanto en los diferentes cultivares como en la misma planta. Son por lo común acorazonadas y enteras en la parte inferior del tallo; divididas en lobos en la superior, siendo el número de éstos mayor en la parte media del tallo, donde llega a 7, y disminuyendo luego a 3 en el ápice. El borde de la lámina puede ser entero o dentado. La posición de la hoja, o sea el ángulo que forma con el tallo, es una característica varietal.

Las flores del kenaf nacen solitarias en las axilas de las hojas. El perianto se forma de un cáliz complejo (Fig. 29.5B-C), constituido como en las otras Malváceas por un primer ciclo, el cálculo, de 7 a 8 bracteolas. En el kenaf estos órganos son triangulares, de base ancha y ápice liso, de 10 a 15 mm. de largo; en una especie vecina, la rosella, *Hibiscus sabdariffa*, las bracteolas son más angos-

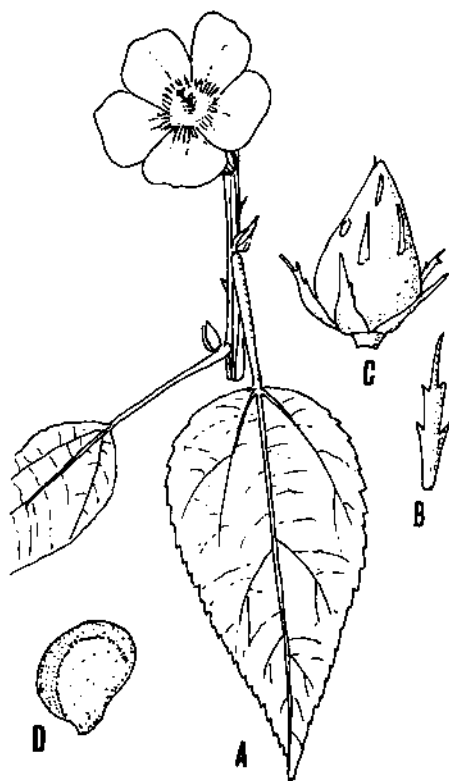


Fig. 29.5. *Hibiscus cannabinus*, kenaf. A, rama con flor. B, bracteola. C, cápsula. D, semilla.

tas, pubescentes y con un canal en el ápice. Este carácter constituye una de las diferencias principales entre estas dos especies. Además el cáliz está bien separado del cáliz en el kenaf, mientras que en la rosella está unido a su base. El cáliz propiamente dicho se forma de 5 sépalos unidos en la parte inferior, de unos 3 cm. de largo, cubiertos de indumento blanco y lanoso, que no se encuentra en *H. sabdariffa*. Cada sépalo tiene un nectario o glándula externa muy desarrollada. La corola, como en otros *Hibiscus*, es notable por el tamaño y color de los pétalos, que en el kenaf son grandes, de color amarillo pálido con una mancha basal más clara o rojiza. Los estambres muy numerosos, están unidos en una columna por cuyo centro pasa el pistilo, el cual termina en 5 ramas estigmáticas.

El fruto es una cápsula ancha en la base y aguda al ápice, cubierta por el cáliz y el cálculo; la superficie es áspera y pubescente. Contiene 5 lóculos, cada uno con 4 a 5 semillas (Fig. 29.5 D) de perfil triangular, grises, cubiertas de puntos amarillentos, con el hilo pequeño y de color castaño.

Biología floral

Algunos cultivares de kenaf son completamente autógamos; en Java se ha observado que las flores se abren a las 5 a.m., pero que una hora antes ya hay polen en abundancia en los estigmas. Ciertos cultivares muestran hasta un 4 por ciento de polinización cruzada, atribuible a la intervención de insectos.

Estructura del tronco. Fibras

En el kenaf las fibras comerciales se hallan en la corteza de los tallos. Estos son delgados, cilíndricos, divididos en nudos por las inserciones de las hojas. Con frecuencia los tallos presentan rebordes o aristas y hay espinas en algunos cultivares. El color varía de verde a púrpura.

El corte transversal muestra que la mayor parte del tallo está ocupado por la madera o xilema. Esta forma el soporte principal de la planta, y sirve para el movimiento de agua y nutrimentos entre raíces y hojas. Es por lo general duro y compacto, con una médula más suave al centro.

La corteza que contiene las fibras comerciales, está constituida por floema y tejidos corticales. Estos últimos se reducen mucho conforme avanza la edad de la planta; en ellos se encuentran los pigmentos que dan color al tallo. El floema se compone de bandas circulares, alternas y concéntricas, unas más densas constituidas por fibras, otras más claras por el floema funcional. Estas bandas no son continuas; en el corte transversal aparecen interrumpidas por radios más claros de parénquima, que en los tallos jóvenes son muy delgados, y se van ampliando

conforme crece la planta. De esta manera las fibras y el floema funcional, constituido por vasos cribosos y células anexas por las cuales circulan sustancias nutritivas, no se dilatan ni fragmentan, mientras que las células de los radios se ven forzadas a estirarse en sentido tangencial.

Vistas en corte longitudinal las fibras aparecen formando cilindros delgados, separados entre sí por el floema funcional, sin que haya comunicación de un cilindro a otro. Los cilindros no son continuos sino que forman redes; los cordones de fibras delgados e irregulares, se unen unos con otros dejando entre ellos espacios rellenos con parénquima.

Las fibras son células alargadas, de ápices muy agudos, soldadas firmemente unas con otras formando haces o cordones. Las paredes son muy gruesas, por el depósito de capas de celulosa, y el centro o lumen, muy angosto. La fibra se adapta al crecimiento general de la planta, haciéndose más larga y gruesa conforme crece aquella. Sirve también de depósito de sustancias nutritivas, que pierde gradualmente conforme la planta produce flores y maduran los frutos. Por eso la calidad óptima de las fibras termina cuando aparecen las primeras flores. La longitud de las células fibrosas en el kenaf comercial varía de 0,5 a 3 mm.

Variabilidad

El kenaf incluye un alto número de cultivares que difieren tanto en la forma y color de la planta, como en características de crecimiento o resistencia a hongos y nematodos. Una clasificación los divide en cuatro variedades, que realmente son grupos de cultivares, basándose en la presencia o ausencia de antocianinas y en la forma de las hojas. Con tallos y hojas verdes, sin antocianinas, se llaman *simplex*; con hojas divididas, *vulgaris*; con tallos morados, *purpureus*; o rojos abajo y verdes arriba, *ruber*. Esta clasificación es de escasa utilidad pues dentro de esos grupos caben tipos muy diferentes en ca-

racterísticas como el período de crecimiento, que son las más importantes desde el punto de vista agrícola. La distribución de las antocianinas, sin embargo, es útil para identificar cultivares; por ejemplo, una variedad puede tener hojas con láminas verdes y pecíolo púrpura; otra, con ambos verdes o ambos purpúreos.

Los cultivares más difundidos se han seleccionado por las características de crecimiento: rápido o tardío, sujeto a fotoperiodo o indefinido, y por la calidad de la fibra. En India se han seleccionado 'M-1', temprano y de alto rendimiento; 'M-128', 'M-129', tardíos y de buena resistencia. En Cuba se hicieron trabajos de selección partiendo de poblaciones heterogéneas, que se conocían con el nombre de variedades, como 'El Salvador', 'Tingo María', 'Java' y otros. De ellas se aislaron tipos de alto rendimiento y resistencia a antracnosis, que es el principal factor limitante en ese país. Entre los cultivares así seleccionados están 'Cuba 108' y 'Cuba 105'. Por hibridación entre líneas se obtuvieron cultivares superiores, como 'Maceo'.

Se ha intentado cruzar el kenaf con la rosella. Sin embargo el primero es diploide, $2n=36$, y la segunda tetraploide, $2n=72$, y los híbridos han resultado estériles.

ROSELLA, *Hibiscus sabdariffa*

La rosella es cultivada en los trópicos por sus cálices carnosos, rojos, ricos en ácido maleico, con los que se preparan jaleas y refrescos. En las últimas décadas una variedad de fibra, se ha venido cultivando con el kenaf.

Origen

La rosella es de origen africano. Es posible que se domesticara tanto por las semillas, que se comen tostadas, como por los cálices succulentos. También se comen cocinadas las hojas y tallos tiernos. A América se introdujo de África por los

esclavos negros, hace varios siglos, y su cultivo no se ha extendido mucho. Los tipos de fibra, originarios de Filipinas, son de introducción más reciente.

Morfología general

En esta especie se distinguen por el porte dos grupos de cultivares: uno de tallos muy ramificados y corola succulenta; otro de tallos rectos, sin ramas, a menudo con espinas, en que se incluyen los cultivares de fibra. Esta última se ha llamado var. *altissima*. Como en el kenaf, las hojas inferiores son enteras y lanceoladas; las superiores, palmecadas, con 3 a 5 lobos anchos en los cultivares comestibles, o con 5 a 7 lobos muy angostos y profundos en los de fibra. El pecíolo es largo y delgado y termina en un engrosamiento o pulvino, en la base de la hoja. Es frecuente que en el nervio central, sobre el lado dorsal, haya una glándula. Los bordes de las hojas son irregularmente aserrados.

Las flores (Fig. 29.6 A) aparecen solitarias en las axilas de las hojas. El cáliz (Fig. 29.6 B-C) tiene adherido a la base un epicáliz carnoso, con 8 a 12 bracteolas

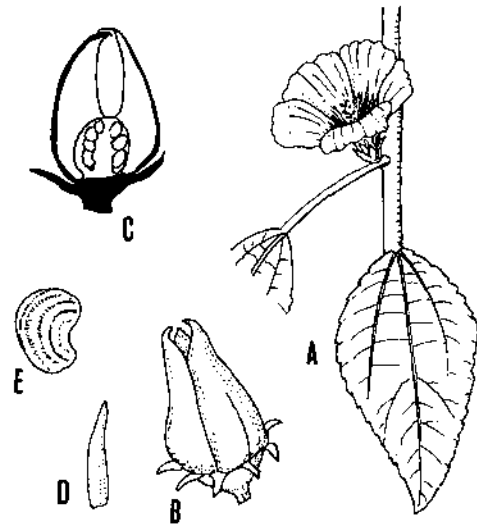


Fig. 29.6. *Hibiscus sabdariffa*, rosella. A, rama con flor. B, cáliz comestible. C, corte longitudinal del fruto. D, bracteola. E, semilla.

delgadas (Fig. 29.6 D), agudas y pubescentes, con un canalito longitudinal en el lado interno del ápice. El cáliz propiamente dicho es cónico en la base y se divide arriba en 5 a 7 sépalos ovadolanceolados, de 2 a 3 cm. de largo, cada uno con una pequeña glándula en el centro. El cáliz (Fig. 29.6 C) es carnoso, de color rojo brillante y sabor acidulo; se prepara en jaleas, salsas y refrescos y el jugo en bebidas fermentadas. El fruto es una cápsula ovoide, recubierta por el cáliz; contiene numerosas semillas (Fig. 29.6 E) reniformes, pubescentes, con el hilo rojizo.

Variabilidad

Además de las diferencias mencionadas de porte y características de la hoja y la flor, hay normas de coloración que han servido para identificar los grupos de cultivares. En los tipos de fibra y en los comestibles hay antocianinas que dan un color uniforme al tallo, hojas y flores o en forma de manchas. Los cultivares seleccionados en Filipinas por el cáliz comestible pueden ser como 'Archer' de tallos, hojas y cáliz verde; 'Rico', de tallo muy oscuro, de hojas verdes con nervios rojos y cáliz rojo oscuro; 'Tempranero' y 'Víctor' tienen las mismas características, pero el color rojo es menos pronunciado.

Entre los cultivares de fibra, 'Altissima' incluye tipos de cálices rojos o verdes, con hojas verdes de nervaduras rojas. Estos tipos tienen fibras como las descritas en el kenaf. Son de alta resistencia a nematodos, mientras que el kenaf es muy susceptible. Ciertas características desfavorables, como el crecimiento más lento y la dificultad para separar la corteza del resto del tallo, son factores adversos a la expansión del cultivo de la rosella para fibra.

En India se seleccionaron algunos tipos como 'Bhagalpuriensis', 'Intermedius', 'Albus', 'Ruber', que se utilizan tanto por los cálices como por la fibra. Son más bajos y ramificados que 'Altissima'; los tres primeros de color verde, el último de cá-

lices y tallos rojos. En Brasil se conocen tipos de tallos verdes con manchas amarillas, cultivados también por la fibra y los cálices.

OKRA, *Hibiscus esculentus*

La okra es originaria de Africa en donde su cultivo es muy antiguo. Se utilizan de ella los frutos, que se comen cocinados, y las semillas, tostadas o molidas, con las que se prepara un sustituto del café.

La okra (Fig. 29.7) es de porte ramificado, hasta de 2 m. de altura. Las hojas de forma generalmente acorazonada, con los bordes dentados, están divididas en 5 a 7 lobos profundos; miden de 10 a 20 cm. de largo por 10 a 30 cm. de ancho. Están cubiertas de pelos finos y son mucho más claras en el lado inferior. Los pecíolos son fuertes, cilíndricos y miden de 15 a 20 cm. de largo. Las flores individuales, axilares, tienen el cálculo con 7 a 12 dientes finos y alargados, de 2 a 3 cm. de largo; el cáliz de 5 partes unidas en una sola en el botón, se rompe para dejar salir la corola, la cual es grande y vistosa. Los 5 pétalos, de 3 a 5 cm. de largo por 2 a 3 cm. de ancho, son amarillos con una mancha roja en la base. La columna estaminal y el estilo miden de 2 a 2,5 cm. de largo.

El fruto es una cápsula alargada, aguda al ápice, de 10 a 25 cm. de largo y 2 a 3 cm. de diámetro, formada por 5 a 7 celdas unidas, que al llegar a la madurez se abren para dejar salir las semillas. El fruto de la okra se come cuando está tierno en sopas o preparado en distintas formas; tiene mucílago abundante, como es corriente en las Malváceas.

Las semillas, esféricas o reniformes, de unos 5 mm. de largo, son negras con bordes grisáceos. Contienen cotiledones ruminados, ricos en aceites.

La okra se cultiva más en las áreas subtropicales, donde se han obtenido selecciones muy diferentes en tamaño y forma del fruto, contenido de mucílago y grosor de la pulpa.

Fig. 29.7. *Hibiscus esculentus*, okra.**ARAMINA, GUAXIMA, *Urena lobata***

Urena lobata (Fig. 29.8) es la Malvácea cuya fibra se asemeja más al yute en propiedades físicas. Compite con éxito con ese cultivo en el valle superior del Amazonas. La producción local de Brasil y Perú se destina al consumo doméstico (fabricación de sacos).

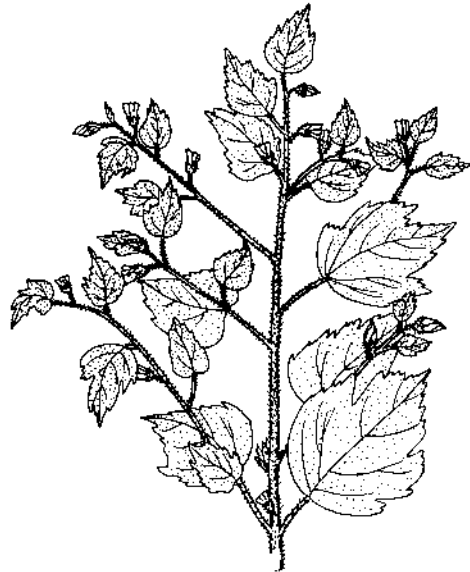
Urena lobata es una maleza que crece en los trópicos de ambos mundos, aunque es originaria de Africa. Su porte varía desde abierto y ramificado, cuando crece sola, a erecto y sin ramas en la parte inferior, cuando se cultiva densamente. El tallo y follaje están cubiertos de pelos estrellados. Las hojas son enteras y ovoides en la parte inferior del tallo, con 3 a 5 lóbulos enteros o divididos, hacia el ápice de la planta. Son de color blancuzco en el lado inferior, con los nervios prominentes, encontrándose en el central, como en el algodón, un nectario cerca de su inserción con el pecíolo.

Las flores salen solitarias de las axilas de las hojas. Las 5 bracteolas agudas y verdes están soldadas al cáliz, formado por 5 sépalos más anchos y redondos. La corola rosada mide 1,5 cm. de diámetro. Los estambres están unidos en una columna, por cuyo centro pasa el estilo, que se divide en 10 ramas estigmáticas.

El fruto es una cápsula de 5 celdas, cubierto de espinas.

La planta crece en suelos de alta fertilidad. Es menos susceptible que el kenaf a la longitud del día. La fibra estructuralmente es semejante a la de este último, pero más flexible y resistente.

Otras plantas de la familia de las Malváceas que suplen fibras son YUTE AFRICANO, *Hibiscus quinquelobus*; RAMMA, *H. lunarifolius*; varias especies de *Sida*, *Pavonia*, *Thespesia*, *Malachra* y *Wissadula*. En tiempo de escasez o de guerra se han explotado estas plantas silvestres y aún se han hecho pequeñas siembras.

Fig. 29.8. *Urena lobata*, aramina.

Sida rhomboides se explota en Africa y Brasil. Como las otras especies su fibra es inferior a la de yute (*Corchorus*), pero puede usarse en cordelería o en la elaboración de felpudos y alfombras rústicas.

ALMIZCLILLO, *Abelmoschus moschatus*

El almizclillo se cultiva esporádicamente en América tropical, especialmente en

Ecuador, por las semillas de las que se obtiene un aceite aromático, usado en perfumería.

Es una hierba de tallo simple, con hojas profundamente recortadas, ásperas y pubescentes. Las flores, como en otras Malváceas, son notables por la corola grande, delgada, amarilla con manchas oscuras en la base de los pétalos.

Las semillas con rayas longitudinales finas, contienen en la testa un aceite volátil, de olor a almizcle.

BOMBACACEAS

La familia de las Bombacáceas es estrictamente tropical. Son árboles de tronco grueso, hojas caedizas y flores grandes y vistosas, que a menudo salen del tronco o de las ramas viejas. Hay por lo común 5 sépalos y 5 pétalos y los estambres pocos o numerosos están soldados en un tubo.

En esta familia hay especies útiles por las fibras del fruto o por la pulpa o arilos comestibles de los frutos.

KAPOK, *Ceiba pentandra* y otras especies

El kapok es la fibra comercial que se obtiene de los frutos de varios *Ceiba*, que por ser liviana, muy repelente al agua y de buenas cualidades aisladoras, tiene numerosos usos industriales. Recientemente se han inventado ciertos procesos que permiten utilizarla también para tejidos. La competencia actual de las fibras sintéticas va restringiendo considerablemente los usos del kapok como material aislador o de relleno.

Origen

Ceiba pentandra y otros congéneres crecen en los trópicos americanos, africanos e indomalayos. Su centro de expansión parece estar en América, pues en este continente hay más especies y es donde se muestran más caracteres dominantes. La dispersión de las ceibas a Africa y Asia debió ocurrir sin la intervención del hombre.

Morfología general

La ceiba es una especie muy variable en porte y ramificación. El tronco central, muy grueso, mide en la base de 1,0 a 1,5 m. de diámetro y alcanza 20 ó más metros de alto. Puede ser liso o provisto de espinas cortas y fuertes. Las ramas salen en un mismo plano; crecen horizontalmente en los tipos de tronco liso, hacia arriba en los espinudos. Hay casos en que las primeras ramas inferiores salen a más de 4 m. del suelo; este carácter es dominante y más común en árboles americanos.

Las hojas palmeadas (Fig. 29.9 A), con 5 a 15 folíolos de 6 a 18 cm. de largo, aparecen antes o al inicio de la estación lluviosa y duran menos de un año. Al iniciarse la estación seca el árbol está desprovisto de follaje y es entonces cuando se inicia la floración.

Las flores (Fig. 29.9 B) salen en grandes racimos al final de las ramillas y miden unos 3 cm. de largo. El cáliz en forma de tubo se divide en 5 dientes. La corola se compone de 5 pétalos separados,

blancos, muy pubescentes en el lado externo. Los 5 estambres están unidos en la base en un tubo y terminan en anteras macizas. El ovario súpero contiene muchos óvulos. La longitud del estilo determina el tipo de flor: hay árboles en que es más largo que los estambres y en otros, es más corto. El carácter que determina estilo largo, domina sobre corto.

Frutos y fibra

El fruto (Fig. 29.9 C) es una cápsula elipsoidal, marcadamente apiculada, colgante, de 12 a 16 cm. de largo por 5 cm. de diámetro, que se abre por el ápice y contiene 5 celdas llenas de fibras y semillas. Las fibras se originan de las paredes del fruto, no de la testa de la semilla como ocurre en el algodón. Son unicelulares, cilíndricas, agudas al ápice y miden de 10 a 30 mm. de largo. No se aplanan ni arrollan como las del algodón y pueden flotar en el agua ya que sus paredes repelen ese líquido. Se usan mucho para relleno de flotadores y salvavidas. El color de las fibras parece estar determinado por un par de factores, siendo el gris dominante sobre el blanco o crema. La calidad depende de la recolección, que debe hacerse cuando la cápsula está bien madura pero aún no se ha abierto, y de su secado y preparación cuidadosa.

Las semillas negras y esféricas, son ricas en aceite. Este se extrae industrial-

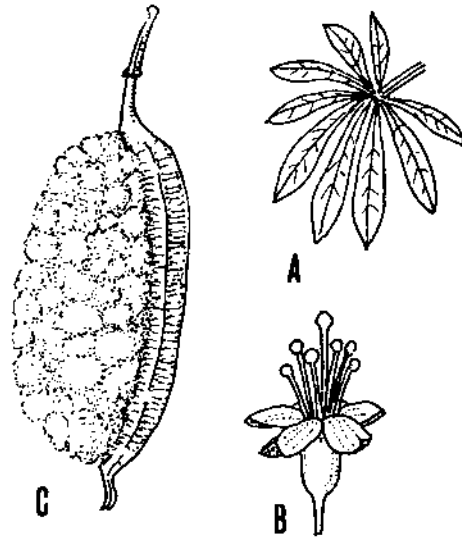


Fig. 29.9. *Ceiba pentandra*, kapok. A, hoja. B, flor. C, fruto.

mente y la torta se usa para alimento de ganado.

Variabilidad

Se conocen muchos tipos de kapok, diferentes por el porte, color de la fibra y otras características. Los mejores desde el punto de vista comercial, provienen de Java y algunos son híbridos artificiales. Su porte es bajo, por lo general de menos de 15 metros. Los árboles silvestres o en semicultivo en América tropical son verdaderos gigantes. El kapok se propaga por semillas y estacas.

FRUTALES

DURIAN, *Durio zibethinus*

El durián, originario de Malasia, da una de las frutas más llamativas de los trópicos por su forma y estructura. La pulpa es de sabor agradable y su olor fuerte y penetrante se ha comparado a una mezcla de cebollas podridas, queso y trementina. Es una de las frutas que requieren pasar una prueba de aceptación. En Asia es co-

rriente que se las considere por algunas gentes entre los frutos más deliciosos, mientras que sus vecinos no los prueban del todo.

El durián (Fig. 29.10), es un árbol alto hasta de 40 m., de las selvas primarias de Malasia, escasamente cultivado fuera de su patria. En América se ha introducido en varios países, pero el olor desagradable de la fruta no favorece la expansión

de su cultivo. Las hojas simples, elípticas a oblongas, miden de 8 a 20 cm. de largo por 3 a 5 cm. de ancho y son verdes arriba, y ferrugíneas por debajo.

Las flores aparecen en grandes racimos en las ramas viejas. Están provistas de un epicáliz permanente. El cáliz campanulado se abre en 4 a 6 sépalos de 1,5 cm. de largo. La corola consiste de 5 pétalos libres, amarillos, pubescentes en el lado externo, hasta de 5 cm. de largo por 2 cm. de ancho.

Los estambres numerosos y de diferente tamaño, miden de 2 a 5 cm. de largo y están arreglados en grupos de 5, opuestos a los pétalos. El pistilo está constituido por el ovario de 5 celdas y 1 estilo cilíndrico de 3 a 5 cm. de largo.

La fruta es elipsoidal, amarilla en la madurez, cubierta de apéndices duros y piramidales. Mide de 15 a 25 cm. de largo por 12 a 16 cm. de ancho y llega a pesar hasta 3 kilos. El pericarpo delgado se abre por el ápice cuando está maduro en 5 valvas. Cada una de éstas contiene de 2 a 6 semillas grandes, rodeadas de un arilo blanco o amarillento, que es la parte comestible. Los frutos maduros se desprenden del árbol y se recogen del suelo para su consumo.

El grado de incompatibilidad en el durián es muy alto. Las anteras se abren por la noche y durante ese tiempo los estigmas son receptivos. La polinización se hace principalmente por murciélagos.

Se conocen otras especies comestibles del mismo género. LAI, *D. kutejensis*, se dice que da una fruta superior al durián.



Fig. 29.10. *Durio zibethinus*, durián.

ZAPOTE AMARILLO, *Quararibea cordata*

Esta especie originaria de la región andina de Colombia a Perú, se cultiva poco, tanto en las tierras altas como en la llanura amazónica. Es un árbol bajo, de ramificación abierta, con hojas grandes, acorazonadas, de 15 a 30 cm. de largo. Los frutos aparecen solitarios o en grupos en las ramas viejas. Son ovoides, con el ápice prolongado, de 8 a 12 cm. de diámetro, cubiertos de pubescencia fina y dorada. Están sostenidos por pedúnculos fuertes y conservan el cáliz que los cubre en la base. Interiormente se componen de una cáscara delgada que rodea la pulpa amarilla, aromática y dulce. Hay de 1 a 5 semillas planas, de las que salen fibras delgadas que atraviesan la pulpa.

ESTERCULIACEAS

La familia de las Esterculiáceas incluye especies prominentemente tropicales. Son árboles y arbustos, caracterizados por flores en que los 5 estambres están unidos por la base y alternan con otros tantos estaminodios.

La importancia económica de esta familia reside en las semillas de varios géneros como *Theobroma* y *Cola*, ricas en principios estimulantes.

CACAO, *Theobroma cacao*

El cacao es uno de los aportes más importantes de América a la agricultura de los trópicos. Es la base de bebidas frías y calientes; de pastas que por su alto valor energético y estimulante tienen un mayor consumo en zonas de clima frío, y de grasas de uso variado en la industria y la medicina. La producción comercial más importante está localizada en África occidental, seguida por Brasil (Bahía), República Dominicana, Ecuador, Trinidad, México, Java y otros.

Origen y domesticación

La cuenca del Amazonas es la región más rica en especies del género *Theobroma*. *T. cacao* se extiende desde esa región hasta el Sur de México, y fue en esta última área donde ocurrió su domesticación. En México y Guatemala hay tipos de cacao como 'Criollo' y 'Lagarto', cuyos frutos debieron ser muy atractivos al hombre primitivo. Son grandes, de colores brillantes, rojos o amarillos; la cáscara suave permite extraer con facilidad las semillas, que están rodeadas de un arilo azucarado y carecen de principios amargos. Es posible que la primera utilización de estos frutos fuera la de chupar las semillas, como aún lo hacen algunas tribus de Sur América que no le conocen otra utilidad al cacao. Posteriormente se pudieron descubrir las propiedades estimulantes contenidas en las semillas e iniciar su uso, que era ya bien conocido a la llegada de los europeos. En esa época el cacao se cultivaba intensamente desde México hasta la actual frontera entre Costa Rica y Panamá, y en cultivo era desconocido en Sur América.

La domesticación debió ser muy antigua, hecha quizás durante el apogeo de los Mayas, pues tanto el cultivo como la utilización estaban muy avanzados a la llegada de los españoles. Estos adoptaron del nahuatl los términos cacao y chocolate; introdujeron el uso de la bebida en Europa y la transformaron agregándole azúcar y especias. Expandieron el cultivo

a Sur América, donde crecía naturalmente en los bosques, y lo llevaron también a Filipinas; por su parte los portugueses lo introdujeron en Oceanía. En Java, durante la dominación holandesa, se desarrolló un cultivo y beneficio muy avanzados.

Ecología

El cultivo del cacao está localizado en áreas tropicales húmedas y bajas, en que la temperatura media fluctúa entre 20 a 24°C y la mínima no desciende de 15°C. Requiere humedad todo el año, con más de 1.500 mm. anuales, y con precipitación mensual que no baje de 100 mm. Prefiere suelos ricos, francos o arcillosos. Se le cultiva comúnmente bajo sombra de árboles altos, leguminosos, práctica que era conocida por los indios de Centro América en la época del descubrimiento.

Morfología general

El cacao es un árbol bajo, hasta de 8 m. de alto que presenta como en otras especies tropicales, un marcado dimorfismo de ramas (Fig. 29.11 A). En una planta proveniente de semilla hay un eje vertical, con hojas, que al alcanzar de 1 a 1,5 m. de altura detiene el crecimiento apical y emite en la parte superior de 3 a 5 ramas laterales. Estas brotan de yemas que están tan juntas que parecieran salir del mismo plano, y forman lo que se llama una horqueta. En realidad corresponden a nudos distintos, cuyo nivel de separación es muy corto. Las ramas laterales o plagiotrópicas, se ramifican profusamente. Para continuar el crecimiento vertical brota debajo de la horqueta una yema, rara vez 2 ó 3, que se desarrollan verticalmente en otros tantos tallos ortotrópicos, a cuyo extremo se detiene de nuevo el crecimiento apical; se forma un nuevo piso de horqueta, y se continúa así el proceso. En las plantas viejas no se advierte este crecimiento sim-

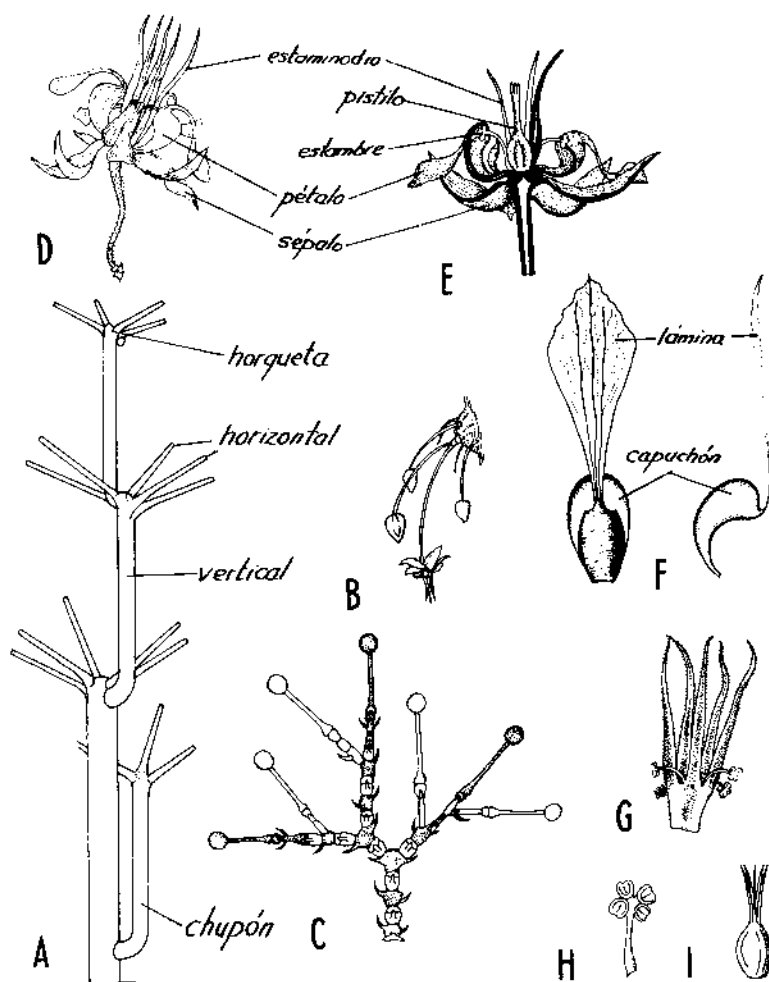


Fig. 29.11. *Theobroma cacao*, cacao. A, dimorfismo de ramas. B, cojín floral. C, esquema de un cojín. D, flor. E, corte longitudinal de la flor. F, pétalo. G, tubo estaminal. H, estambre. I, pistilo.

podial, pues el engrosamiento del tronco y el desarrollo asimétrico de las ramas, impiden observar las diversas etapas de ramificación horizontal.

Las diferencias entre ramas verticales u ortotrópicas y laterales o plagiotrópicas se advierten mejor en la filotaxia. En los troncos verticales las hojas brotan en un orden de $3/8$, mientras que en las ramas laterales son dísticas, o sea de $1/2$. También se observa esa diferencia al propagar árboles de cacao por estacas enraizadas; si éstas se obtienen de ramillas laterales se forma una planta en abanico, sin eje cen-

tral, con varias ramas primarias que crecen hacia arriba en ángulo agudo. Si se siembra un eje vertical se obtiene una planta normal, semejante a las que crecen de semilla.

De las ramas horizontales brotan verticales, llamadas chupones, tanto en las plantas propagadas por estacas como de semilla. Con frecuencia en la base de troncos viejos también aparecen chupones, que por tener primordios de raíces pueden formar un sistema radical propio y crecer independientemente del árbol original. En las plantaciones las podas sucesi-

vas afectan por completo la armazón original del árbol, tendiendo a mantenerlo bajo y de copa abierta, promoviendo la formación de ramas fructíferas y eliminando los chupones.

El desarrollo de las yemas nuevas, que formarán las ramillas laterales, puede ocurrir 2 ó más veces al año, haciéndose notar por el color rosado del follaje nuevo. Su iniciación está condicionada a que se presenten diferencias amplias entre las temperaturas máximas y mínimas, de unos 10°C, durante ciertos períodos del año.

Sistema radical

El tipo de sistema radical depende también de la clase de propagación. En una planta proveniente de semilla hay una raíz principal o pivotante, que alcanza hasta 2 m. de longitud, y varias raíces axiales, que se ramifican superficialmente y miden hasta de 3 a 5 m. de largo. Las raicillas alimentadoras proliferan cerca de la superficie, hasta 2 m. de profundidad y forman una masa compacta.

En las plantas de propagación clonal no hay raíz pivotante, si no varias raíces principales y la mayor cantidad de raicillas alimentadoras se encuentra también cerca de la superficie.

Estructura del tallo

No se pueden determinar diferencias de estructura entre ramas ortotrópicas y plagiotrópicas en cacao, excepto en lo que concierne a la posición de las hojas. En un tronco desarrollado, la madera o xilema secundario ocupa el mayor volumen; se forma principalmente de esclereidas en filas radiales, entre las que se distinguen grupos de vasos más grandes y parénquima. Al centro hay una médula, vacía a menudo en los árboles viejos. La corteza se compone de tejidos corticales y floema. Los primeros continúan activos aún en los troncos viejos y están limitados hacia afuera por capas corchosas. El floema está constituido por capas alternas de fibras y de vasos cribosos, pa-

rénquima y células anexas. En corte transversal estos tejidos aparecen en forma de cuñas, cuya parte más angosta queda hacia el centro del tronco. Entre estas cuñas hay rayos anchos de parénquima. En la corteza son muy comunes los canales de mucílago.

Hojas

En el cacao no hay diferencias de forma entre las hojas que brotan de ramas ortotrópicas y plagiotrópicas, excepto en la longitud del peciolo, que es mayor en las primeras. El peciolo tiene dos pulvinos, uno en la inserción del tallo y otro inmediatamente debajo de la lámina. Estas estructuras son carnosas, y se componen especialmente de tejidos corticales, con parénquima cargado de gránulos de almidón. El tejido cortical es más grueso en el pulvino basal hacia el lado externo, mientras que en el superior ocurre lo contrario y en ambos presenta arrugas transversales. Las diferencias de estructura en los pulvinos permiten a la hoja colocarse en diferentes planos según la cantidad de luz requerida.

La lámina oblonga a lanceoladooblonga, mide de 10 a 20 cm. de largo por 5 a 12 cm. de ancho, tiene el ápice muy acuminado, y el margen entero y ondulado. La superficie en ambas caras es lisa, brillante y de color verde más oscuro en la superior. Los nervios laterales primarios son pocos y prominentes en el lado inferior.

La estructura de la hoja en corte transversal muestra que la epidermis superior se forma de células grandes, de paredes delgadas, cubiertas en el lado externo por una capa de cutina; a veces aparecen interrumpidas por aberturas de canales de mucílago, que se originan en el mesofilo. Este se compone de unas 3 capas de parénquima en empalizada de células cortas y compactas y es esponjoso, con abundantes espacios aéreos. La epidermis inferior está constituida por células gruesas, entre las que hay muchos estomas.

Cojín floral

La estructura y posición de las inflorescencias son los caracteres más notables del cacao. Las inflorescencias o cojines, aparecen sólo en el tronco y las ramas principales; este fenómeno, denominado caulifloria, se presenta en numerosas especies tropicales. Los cojines ocupan posiciones axilares a las hojas. En los troncos, por la distorsión debida al crecimiento, no es posible situarlos según la filotaxia, pero en estudios detallados se ha probado que tienen una distribución en espirales siguiendo el orden de $3/8$. En las ramas jóvenes aparecen una vez que las hojas se han caído y es más fácil de determinar su carácter axilar.

Un cojín sencillo (Fig. 29.11 B-C), consiste de una base ancha, que es una ramilla de entrenudos acortados considerablemente, con los nudos marcados por brácteas pequeñas y caedizas. Se divide en el ápice en 2 ramas, una de las cuales termina en 2 pedicelos florales y la otra no se desarrolla. Con frecuencia una de las flores crece mucho antes que la otra, y aparentemente pareciera que la segunda es una rama de la primera. La ramilla que no se desarrolla aparece también como una ramificación de la principal. La inflorescencia es pues un dicasio, y el cojín una ramilla de entrenudos acortados. En casos anormales, como en ciertas formas de una enfermedad de los cojines llamada buba, las ramillas se elongan y dividen regularmente en dos cada vez, y se conocen casos en que aparecen en ellas hojas normales. Los cojines, por lo general, son inflorescencias más complejas, o sea que se forman de numerosas ramificaciones juntas. En estos casos, especialmente cuando brotan de los troncos viejos, el cojín está cubierto al principio por tejidos corticales, por los cuales se abren paso las inflorescencias. Estas pueden tener una ramificación dicotómica tan comprimida que aparentemente de la base salen 3 ó más flores, o se ramifican 1, 2 y 3 veces. Sin embargo, el estudio anatómico muestra que en todos los casos

la ramificación del haz vascular que corre por el centro de las inflorescencias, es dicotómica. El cojín puede alcanzar dimensiones considerables, apareciendo como masas hemisféricas de 2 a 3 cm. de diámetro. No es raro que un cojín forme sucesivamente hasta 40 ó 60 flores. Hay varias especies de insectos que viven en las grietas de los cojines y que parecen tener algún papel en la polinización.

Flor

La flor individual (Fig. 29.11 D-E) tiene un pedicelo largo y fino, de 1 a 1,5 cm. de longitud. A su final hay de 3 a 7, normalmente 5 sépalos agudos, rosados, de 6 a 8 mm. de largo, pubescentes, que en la flor abierta se expanden en ángulo recto con el peciolo. La corola se forma de 5 pétalos blancos, de 6 a 8 mm. de largo, formados por una base cóncava en forma de concha, que cubre una antera y por una lígula triangular, muy delgada en la base, ancha y cóncava hacia el ápice (Fig. 29.11 F). El centro de la flor lo ocupa el tubo estaminal, formado por 5 estambres fértiles, cortos y doblados hacia afuera, cada uno encerrado en la concha de un pétalo, y de 5 estaminodios internos, agudos y largos, de posición erecta (Fig. 29.11 G). Los estambres fértiles tienen 2 anteras con 2 sacos polínicos cada una (Fig. 29.11 H). Los estaminodios, de color pardo, pubescentes, de 5 a 6 mm. de largo, aristados y pilosos, rodean al pistilo. El ovario (Fig. 29.11 I) es un cuerpo ovoide, súpero, con 5 celdas y placentación central, con 30 a 50 óvulos. El estilo es cilíndrico, blanco, de 2 a 3 mm. de largo y se abre arriba en 5 ramas estigmáticas, algunas de las cuales con frecuencia permanecen soldadas.

Biología floral

Del gran número de flores que produce el cacao menos del 5 por ciento son fe-

cundadas y llegan a dar fruto. Esto se debe a dos factores: primero, que es muy frecuente que la planta sea autoestéril y por lo tanto necesite de polen extraño para su fecundación. Segundo, que los mecanismos de polinización son muy poco eficientes. Esto último depende de los agentes de transmisión del polen, la estructura de la flor y su biología. Las flores del cacao se comienzan a abrir por la tarde, y a las primeras horas de la mañana siguiente emiten el polen y presentan estilos receptivos. Pero la estructura de la flor parece impedir la autopolinización, pues las anteras recurvadas hacia afuera están rodeadas por las conchas de los pétalos y separadas del pistilo por los estaminodios. Además el polen es pegajoso y por lo tanto la polinización por el viento no puede ocurrir normalmente. Son entonces ciertos insectos diminutos, áfidos y otros, los que al andar por las flores pueden recoger el polen y depositarlo en los estigmas, sea de la misma flor, en otras del mismo árbol o llevarlo a otra planta. El proceso descrito determina que en los trabajos de polinización artificial las flores se emasculen y polinicen la noche antes de abrirse. Se cubren luego para evitar la contaminación con polen extraño por insectos en la mañana siguiente. Las flores que no han sido fertilizadas se caen al segundo o tercer día; de las que han sido fecundadas se desprenden los sépalos, pétalos y estambres, y el ovario inicia su crecimiento. Muchos de los ovarios fecundados se caen por diversas causas y sólo un porcentaje muy bajo llega a la maduración.

Fruto

El fruto del cacao, llamado comúnmente mazorca (Fig. 29.12 A), es una drupa grande, sostenida por un pedúnculo fuerte. La forma varía considerablemente y ha sido el carácter que ha servido de base para agrupar las poblaciones dentro de la especie.

La drupa es generalmente elipsoidal, pero hay tipos desde fusiformes hasta es-

féricos; tienen 5 prominencias longitudinales principales, que en algunos cultivares se presentan como aristas marcadas y salientes (Fig. 29.12 B). En la mayoría de los otros tipos hay otras 5 prominencias secundarias, alternando con las primarias, y a veces igualmente desarrolladas, de modo que el fruto presenta 10 surcos regulares. Estos surcos son más marcados en 'Criollo' y 'Cundeamor', menos en 'Amelonado' y casi nulos en 'Calabacillo'.

La base puede ser constricta, como en 'Criollo', 'Lagarto' y 'Angoleta'; redonda en 'Amelonado' y 'Calabacillo'.

Los colores básicos del fruto maduro son amarillo claro o rojo oscuro.

El exocarpo se forma de una epidermis de células gruesas y de abundantes tejidos de parénquima. El mesocarpo es muy angosto, formado de parénquima con numerosos canales de mucílago. Hay 5 haces vasculares principales y 5 secundarios que corresponden a las costillas del fruto, y que se ramifican profusamente. El endocarpo es delgado, parenquimatoso y de paredes internas duras y brillantes.

Semilla

La fruta del cacao contiene de 10 a 50 semillas o almendras, colocadas en 5 filas sobre una placenta central. El número, tamaño y forma de las semillas es una característica varietal. Son cuerpos aplanados elipsoidales, de 2 a 4 cm. de largo, rodeadas por una envoltura arilar blancuzca y azucarada. El arilo está compuesto principalmente por parénquima, recorrido por haces vasculares y canales de mucílago. La testa o envoltura es gruesa y coriácea, con la cutícula dura, debajo de la cual hay una capa de parénquima y otra de esclerenquima; debajo de ellas queda un estrato delgado que representa el integumento interno. El embrión se forma de dos grandes cotiledones, que encierran una plúmula pequeña. El endosperma en la semilla desarrollada es una película muy fina que recubre los

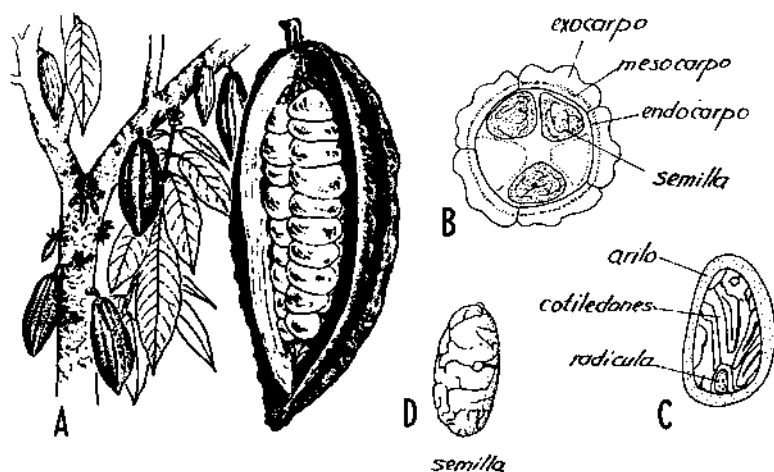


Fig. 29.12. *Theobroma cacao*, cacao. A, rama con frutos. B, corte transversal del fruto. C, semilla con la testa. D, semilla.

cotiledones; se la conoce corrientemente con el nombre de alas de abeja. Los cotiledones son ruminados, es decir, que se repliegan sobre ellos mismos, formando una masa dividida. Las sustancias que se encuentran en los cotiledones son las que constituyen el producto comercial. Las más abundantes son las grasas, que forman del 20 al 50, por ciento de la semilla. Entre ellas se hallan granos de aleurona y almidón. Los pigmentos colorantes de tonos morados que caracterizan ciertas poblaciones como los 'Calabacillos' y están ausentes en otras como los 'Criollos', se hallan rellenoando numerosas celdas en todo el cotiledón. En los tejidos de parénquima de los cotiledones se hallan los principios estimulantes, teobromina y cafeína, en porcentajes de 1 y 0,5 por ciento respectivamente. Las semillas contienen también apreciable cantidad de proteínas, entre el 10 al 12 por ciento del peso, fibras, agua y otras sustancias.

Variabilidad

El cacao cultivado es una especie sumamente variable. Esto puede entenderse si se considera que tiene una distribución natural muy amplia, del Amazonas a

México, y que es una planta de cultivo muy antiguo. En el área natural de distribución se han podido presentar muchas mutaciones. Estas al ser sometidas al cultivo y entrar en contacto con tipos diferentes, han incrementado por hibridación el rango de variabilidad. El papel de la hibridación resulta más importante por la alta incompatibilidad que caracteriza a muchos tipos de cacao. En esta especie la autopolinización es difícil por la estructura floral, pero en muchas plantas aún si aquella ocurriera el tubo polínico se ve detenido y desaparece al llegar al ovario de la misma flor o de cualquiera otra en la misma planta. En cambio si cae sobre los estigmas de otro árbol, sí puede crecer normalmente. El grado de compatibilidad entre cultivares varía también considerablemente.

La fertilización cruzada ha permitido la formación de toda clase de tipos intermedios en cacao (Fig. 29.13). Sin embargo, se conservan aún grupos con características propias. Estas son más notables en México y Centro América, donde se localiza la más alta variabilidad de la especie. Tipos de frutos largos, corrugados, con 5 aristas prominentes, de cáscara delgada y semillas blancas, como 'Lagarto', o de frutos de epicarpo grueso y semillas blancas, como 'Criollo', ocupan

un extremo de la serie. Al otro extremo están los cultivares llamados 'Calabacillos', de frutos esféricos, lisos y semillas moradas. Estos predominan en Brasil y han sido cultivados intensamente en Africa. Después del descubrimiento los españoles movieron los 'Criollos', de Centro América a Venezuela, y en la parte norte de Sur América se formó un complejo, los llamados 'Forasteros' o 'Trinitarios', que pudieron resultar de la hibridación de los tipos introducidos con materiales locales, o de la domesticación de materiales autóctonos. Los 'Angoleta', 'Cundeamor', 'Amelonado', de Colombia y Venezuela y el 'Nacional' de Ecuador, son los más notables. En ellos predominan las semillas con cotiledones morados y forman junto con los 'Calabacillos', el mayor volumen de la producción comercial. Los 'Criollos' en cambio, que fueron por su alta calidad los primeros cacaos de exportación, han ido desapareciendo debido a su baja resistencia a enfermedades y a su rendimiento, más bajo que el de los 'Forasteros'.

Algunas de las poblaciones citadas presentan caracteres tan distintos que han recibido rango específico. Así a los 'Lagarto' se les ha llamado *Theobroma pentagona*; a 'Criollos', *T. cacao*; a 'Calabacillos', *T. leiocarpa*. Esta clasificación ya está abandonada.

Nuevos cultivares

La heterogeneidad de las poblaciones originales hacía necesario para obtener materiales superiores y uniformes, que se escogieran ciertas plantas y se propagaran vegetativamente. Este primer método de mejoramiento, la formación de clones, no se desarrolló ampliamente hasta que se descubrieron los métodos de enraizar ramillas laterales. Se establecieron así numerosos clones en Trinidad, Ecuador, México, Colombia y otros países. Las plantas

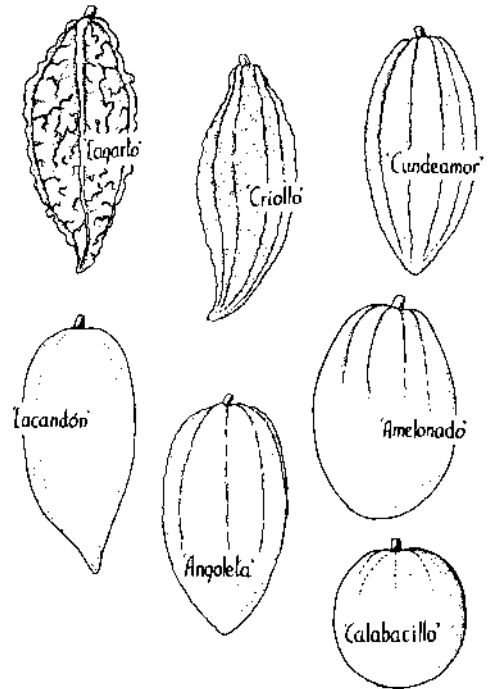


Fig. 29.13. Cultivares de *T. cacao*.

clonales tienen que ser altamente auto-compatibles, a fin de que en una plantación establecida a base de un clon, haya fertilización adecuada. También se pueden sembrar juntos varios clones compatibles entre sí. Este método ha permitido establecer cultivares de alta resistencia a enfermedades como la escoba de bruja, que limita seriamente la producción en Sur América. Otros sistemas de propagación vegetativa, el injerto por ejemplo, no han dado resultados prácticos.

Un segundo método, más reciente, es la hibridación entre materiales superiores, a menudo entre clones. Se han obtenido así híbridos dobles o simples, de buen rendimiento o alta resistencia. Para obtenerlos es necesario recurrir a la polinización artificial en el caso de plantas autoincompatibles.

OTRAS ESPECIES UTILES DEL GENERO *Theobroma*

En Centro América se utilizan dos especies para mezclar con el cacao: el PA-

TASTE, *Theobroma bicolor*, cuyos frutos grandes, elipsoidales, duros como made-

ra y de superficie reticulada, nacen de ramillas laterales. La otra especie, CACAO DE MONO, *T. angustifolia*, tiene frutos también en las ramillas, de forma elipsoidal e irregular, cubiertos de pubescencia ferrugínea; se dice que la mezcla con semillas de esta especie ayuda a mejorar la calidad del chocolate.

En Brasil el CUPUASSU, *T. grandiflora*, da frutos grandes, lisos, elipsoidales y duros, que salen de las ramas terminales; con la masa agrídulce que rodea las semillas se preparan refrescos y helados de aroma y sabor muy agradables.

KOLA, *Cola acuminata* y otras especies

Las semillas de varias especies del género *Cola* han sido utilizadas en los trópicos de Africa Occidental como masticatorios desde hace siglos. Cuando se descubrieron los principios estimulantes que contienen caféina, teobromina, kولاتina y otros, se emplearon en la preparación de bebidas y medicinas. Estos usos han disminuido considerablemente en las últimas décadas.

Las kolas (Fig. 29.14 A) son árboles bajos, muy ramificados. Las hojas elípticas, lustrosas y duras, tienen como en el ca-

cao, un pulvino basal en el peciolo y otro en la inserción de la lámina. Los árboles son heterógamos y algunos sólo producen flores estaminadas. La mayoría tiene inflorescencias formadas por racimos de 12 a 15 flores unisexuales; las estaminadas, más numerosas, se hallan en la parte superior de la inflorescencia; las pistiladas en menor número, hacia la base. La envoltura floral es simple, de 5 pétalos amarillentos con líneas púrpuras. En las flores estaminadas hay una columna con 20 anteras, la cual termina en una masa que representa el ovario abortado. Las pistiladas tienen un gineceo con 5 a 6 carpelos libres.

El fruto (Fig. 29.14 B) está compuesto por 1 a 5 folículos, verdes y verrucosos, unidos por pedúnculos fuertes a un eje central. Cada folículo contiene de 2 a 6 semillas grandes, las nueces de kola, ovoides, angulares, cubiertas por una testa gruesa, blanca y azucarada. La semilla se forma principalmente de 2 a 7 cotiledones, duros, blancos o rosados, amargos. En las especies cultivadas frecuentemente hay sólo dos cotiledones. Los principios estimulantes se hallan concentrados en una capa inmediata a la epidermis. En estado seco, las nueces de kola contienen cerca del 1 por ciento de caféina.

Existe mucha confusión sobre la identidad de las especies de *Cola* y su varia-

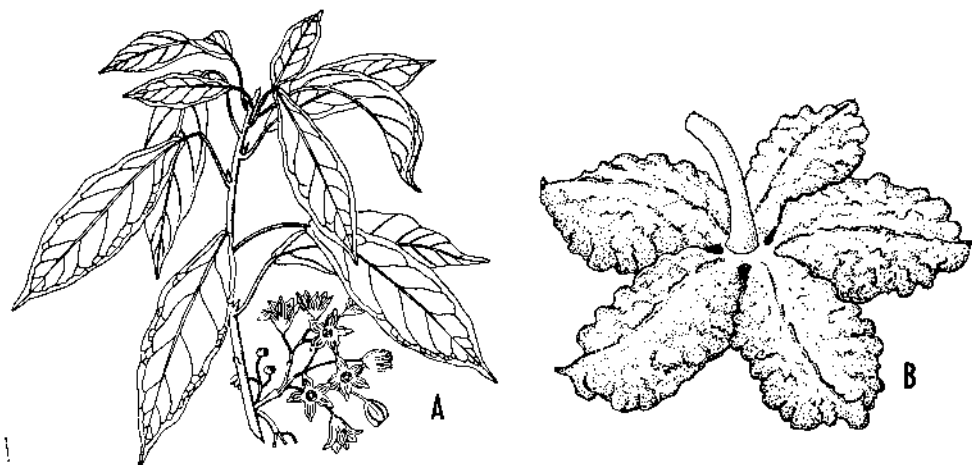


Fig. 29.14. *Cola nitida*, kola. A, rama florífera. B, fruto.

bilidad. El producto comercial se obtiene especialmente de *C. acuminata*, y de *C. nitida*, y en parte de árboles silvestres de otras especies, las llamadas kolas falsas. El color externo de los cotiledones varía de blanco a rojo; el primero se prefiere en el comercio. En el mismo árbol puede haber nueces de varios colores; las plan-

tas provenientes de semillas blancas dan sólo semillas de ese color si se autopollinizan.

Las kolas han sido introducidas a varios países de América tropical donde crecen bien, pero no tienen ninguna importancia económica.

TILIACEAS

Las Tiliáceas incluyen especies arbóreas o arbustivas, que igual que en las especies anteriores, contienen abundantes canales de mucílago y fibras en la corteza de los tallos.

El yute es la Tiliácea de mayor valor comercial por su fibra. En los trópicos hay unos pocos frutales de escasa importancia, como la falsa y el capulín.

YUTE, *Corchorus spp.*

El yute es, después del algodón, la fibra suave más importante en el comercio mundial. Se usa principalmente en la elaboración de sacos para el transporte de azúcar, granos y otros productos de exportación. Para ese propósito es la mejor por su suavidad, duración y resistencia.

La producción mundial de yute está centralizada en India y Pakistán. En América tropical se producen cantidades apreciables únicamente en Brasil y Perú y en menor volumen en las Guayanas. El cultivo del yute en los trópicos americanos compete difícilmente con el asiático; su exigencia de mano de obra es muy alta

y determina que el precio sea superior al del mercado internacional; sin embargo, el consumo es tan grande que la industria yutera llena una necesidad en América Tropical.

El yute es producido por dos especies del género *Corchorus*: *C. capsularis* y *C. olitorius*. La primera es la que más se cultiva, tanto en América como en Asia. Ambas especies crecen en áreas tropicales de alta temperatura y humedad abundante. Se desarrollan durante la estación lluviosa a temperaturas que varían entre 20 a 45°C, y con más de 2 m. de precipitación anual. Las dos pueden crecer en gran variedad de suelos, pero *C. capsularis* es de mayor resistencia a las inundaciones que *C. olitorius*.

Corchorus capsularis

El género *Corchorus* es de origen africano. Sin embargo, *C. capsularis* se supone que sea originario del sudeste de Asia y del archipiélago indomalayo. Es en India donde se encuentra la más amplia variabilidad y donde aun se hallan tipos silvestres. De ese país el cultivo se extendió al Norte hasta Japón y China, y por algún tiempo se creyó que era nativo de éste último país. En épocas recientes se le introdujo a los trópicos americanos.

Morfología general

El yute (Fig. 29.15 A) es una planta anual, que en cultivo dura de 3 a 6 meses. El tallo central alcanza de 1,5 a 4 m. de altura, se ramifica poco y es generalmente cilíndrico, verde o rojizo, y lleva hojas y estípulas alternas. Las hojas ovadooblongas, largas, miden de 5 a 12 cm. de largo por 2 a 8 cm. de ancho; son acuminadas al ápice y finamente aserradas en los bordes. Un carácter notable

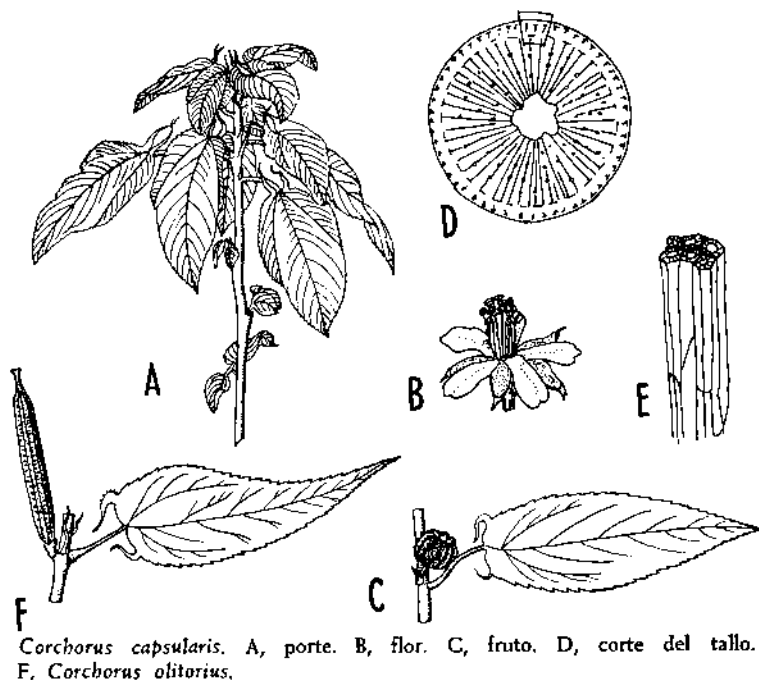


Fig. 29.15. *Corchorus capsularis*. A, porte. B, flor. C, fruto. D, corte del tallo. E, fibra. F, *Corchorus olitorius*.

en este género son las prolongaciones basales de la lámina, en forma de apéndices finos y agudos que salen del último diente del borde, a cada lado de la hoja, cerca de la inserción del pecíolo. La nervadura está constituida por 3 a 5 nervios principales que salen de la base de la hoja y de numerosos nervios transversales. Las estípulas, lineales a elípticas, de 0,5 a 2 cm. de largo tienen en algunos tipos el ápice rojizo.

Las flores (Fig. 29.15 B) aparecen en cimas extraaxilares en grupos de 2 a 5. Se forman de 5 sépalos verdes o coloreados; 5 pétalos libres, amarillos que forman una corola de más de 1 cm. de ancho; de 20 a 30 estambres, y de un ovario de 5 carpelos con estilo corto, dividido en 1 a 3 ramas estigmáticas.

El fruto en esta especie es el carácter que sirve para distinguirlo mejor de *C. olitorius*. Es una cápsula esférica (Fig. 29.15 C), cóncava en el ápice, de 1 a 1,5 cm. de diámetro, con numerosas arrugas longitudinales. Contiene 5 lóculos, cada uno con 2 filas de 7 a 10 semillas por

fila, sin divisiones transversales. Las semillas son pequeñas, de color castaño.

Fibras

Las fibras comerciales del yute se hallan en la corteza y se derivan de la actividad del cambium. Un corte transversal del tallo (Fig. 29.15 D) muestra que la corteza ocupa una fracción relativamente considerable del vástago. La mayor parte de éste, sin embargo, está ocupada por el xilema o madera, que por lo común presenta varios anillos concéntricos de crecimiento y una médula bien desarrollada. En la corteza (Fig. 29.15 D) se encuentra de afuera hacia adentro, primero, una epidermis simple debajo de la cual hay una capa de parénquima cargada de cloroplastos, que da el color al tallo. Sigue luego una zona de colénquima, de 3 a 6 células de espesor y otra de parénquima aproximadamente del mismo grosor junto a la cual se hallan las fibras. En el yute la zona fibrosa aparece en forma de cuñas con la parte más ancha hacia el centro

del tallo, formadas por hileras radiales de 1 a 3 células de ancho, separadas por radios de parénquima aproximadamente de la misma anchura. Estas cuñas son mucho más anchas en la región inferior de la planta, donde tienen de 20 a 25 filas de fibras, mientras que hacia el ápice su número disminuye de 10 a 15 filas. Separando las cuñas de fibras hay amplios espacios de parénquima. Las fibras (Fig. 29.15 E) que en corte transversal aparecen como capas alternas de esclereidas y parénquima, en corte longitudinal muestran que las primeras se unen formando una red, y que entre las ramas de ésta quedan espacios de corte oval que son los ocupados por el parénquima, y que van siendo más estrechos conforme se avanza hacia el cambium.

Las fibras individuales son células de paredes gruesas, que varían considerablemente de tamaño y forma. Las paredes se componen de depósitos compactos de celulosa, que dejan al centro un espacio vacío, el lumen, de forma irregular. Las células miden de 0,5 a 6 mm. de largo y por lo tanto son más cortas que las del algodón o del lino y no pueden usarse en la elaboración de tejidos finos. Cada fibra tiene sus propias paredes de modo que pueden separarse unas de otras. Alcanzan el mayor grosor y mejor calidad física cuando la planta inicia la formación de los botones florales. Después de este período se vuelven más duras y difíciles de separar. Para obtener las fibras del yute se cortan los tallos y se dejan marchitar por varios días para que suelten las hojas. Se sumergen luego en agua, en la cual la acción de los microorganismos descompone la mayor parte de los tejidos de la corteza, floema y parénquima, pero no las fibras que pueden así separarse fácilmente de la parte central y leñosa del tallo. Este proceso de descomposición llamado enriado, varía según la edad y condición de la planta, temperatura del agua y otros factores. La fibra obtenida de *C. capsularis* da un yute duro, llamado en el comercio yute blanco.

Variabilidad

Como se había indicado antes la mayor variabilidad de esta especie se encuentra en India y Pakistán y en esos países es donde se han obtenido los mejores cultivares. La variabilidad es relativamente restringida, pues se supone que *C. capsularis* es una especie altamente autofértil, no llegando la polinización cruzada a más del 5 por ciento. Las flores se abren en las primeras horas de la mañana y previamente a la antesis ya hay polen abundante dentro de los botones. La variación más notable se presenta en la coloración, que puede variar desde plantas completamente verdes con pétalos amarillopálido, hasta tipos de tallos y follaje rojo y flores de color amarillo brillante. Entre estos dos extremos hay una serie de tipos intermedios. También presentan cierta variación en la forma del fruto, que puede ser esférico o alargado; en el porte de la planta: ramificada o simple, y en algunos caracteres foliares. En India y Pakistán se han desarrollado tipos superiores por la calidad de las fibras, rendimiento, producción temprana y resistencia a condiciones ambientales. Algunos de ellos, como 'J.R.C.-212', reúnen condiciones de buena calidad de fibra, alto rendimiento y son relativamente tempranos.

Para trabajos de selección se ha usado con éxito la formación de líneas puras, lo que se facilita por el tipo de la polinización de esta especie. Por este método se han obtenido en India y Pakistán cultivares superiores y en Brasil algunos más adaptados a las condiciones de la llanura amazónica. Se ha recurrido también a la hibridación intervarietal y a cruzamientos interespecíficos entre *C. capsularis* y *C. olitorius*, los cuales se han realizado después de numerosos fracasos. También se han obtenido poliploides artificiales, cuyas fibras son más anchas, no tanto por el grosor de la pared como por el mayor espacio vacío en el centro.

Corchorus olitorius

El área de origen de esta especie es la región tropical de Africa, donde ha sido conocida en cultivo desde tiempos muy primitivos. Se extendió luego por Siria y Arabia hasta India y China; en varios de esos países se utiliza más bien como hortaliza que como fibrosa.

Morfología general

C. olitorius (Fig. 29.15 F) es una planta herbácea, hasta de 3 m. de alto, que dura de 4 a 5 meses en cultivo. Los tallos son cilíndricos, verdes o rojo oscuro y generalmente ramificados. Las hojas oblongas, de 7 a 18 cm. de largo por 4 a 8 cm. de ancho, tienen el borde aserrado y hacia la base dos prolongaciones de los últimos dientes en forma de apéndices finos. Las estipulas, verdes o rojas en el ápice, miden de 0,5 a 1,5 cm. de largo. Las inflorescencias son cimas de 2 a 5 flores, generalmente extra axilares. Las flores son más grandes que en la especie anterior, midiendo de 10 a 15 mm. de diámetro. Tienen 5 sépalos verdes o rojos y 5 pétalos amarillos, enteros o divididos. El número de

estambres varía de 30 a 60. El pistilo está constituido por el ovario alargado, generalmente con 5 carpelos, que llevan óvulos en filas simples. El estigma es entero y globular. El fruto es una cápsula alargada, de 6 a 10 cm. de longitud por 0,5 a 1 cm. de diámetro, con surcos longitudinales muy marcados. Las semillas son verdes, azuladas, grises o negras.

C. olitorius crece mejor en suelos bien drenados y tiene un sistema radical más desarrollado que *C. capsularis*. No existe mayor diferencia en la estructura del tallo, pero en esta especie las fibras son más finas y de color diferente, amarillas o rojizas. En su variación hay un paralelismo marcado con la especie anterior en la coloración, hábito de crecimiento, desarrollo tardío o temprano. Algunos cultivares se utilizan únicamente por el follaje tierno, que se consume cocido como verdura. El número de cultivares para fibra es mucho menor que en *C. capsularis*, y algunos de ellos se distinguen por su resistencia al marchitamiento de origen fungoso. Esta especie es mucho menos importante y de menor promesa en los trópicos americanos.

FRUTALES**FALSA, *Grewia asiatica***

Los frutos de esta especie se utilizan por su sabor agrídulce en la preparación de refrescos. *Grewia asiatica* (Fig. 29.16) es originaria de India. Es un arbusto hasta de 3 m. de alto, a menudo formado por vástagos largos que no se ramifican. En cultivo se poda continuamente, pues los frutos aparecen en el crecimiento nuevo. Las hojas circulares, de 3 a 9 cm. de largo, tienen los bordes finamente dentados y el ápice apiculado. Presentan la nervadura típica de las Tiliáceas, con 3 a 5 nervios principales que salen de la inserción del pecíolo y la pubescencia formada de pelos estrellados, que es característica de esta familia.

Las flores de sépalos verdosos y pubescentes y corola amarilla de 2 cm. de largo,

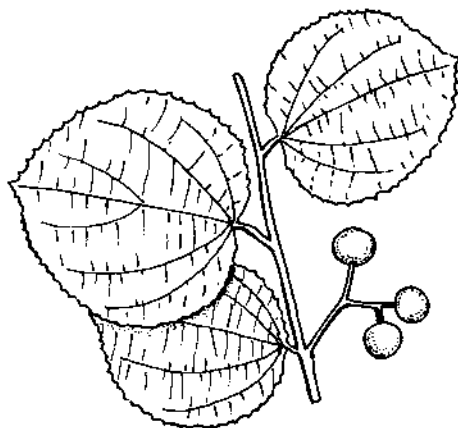


Fig. 29.16. *Grewia asiatica*, falsa.

nacen en las axilas de las hojas. El conjunto de estambres y pistilo sobresale del resto de la flor.

Los frutos son esféricos, de color azul oscuro en la madurez, de cerca de 1 cm. de diámetro, con la pulpa subácida la cual rodea 1 ó 2 semillas grandes.

La falsa se propaga por semillas o estacas.

CAPULIN, CALABURA, *Muntingia calabura*

El nombre de capulín se da a esta especie de amplia distribución geográfica en América tropical. Es un árbol bajo y ramificado, de hojas oblongas, asimétricas en la base y agudas en el ápice, de bordes dentados, que miden de 6 a 12 cm.

de largo por 2 a 4 cm. de ancho. El lado superior es verde oscuro, el inferior grisáceo.

Las flores de corola blanca, nacen solitarias en las axilas de las hojas. El cáliz de 5 sépalos, es verdoso y pubescente; los pétalos obovados son blancos y lisos. Hay muchos estambres y un pistilo con estigma esférico.

El fruto es una baya globosa, de 10 a 12 mm. de diámetro, rojo opaco en la cáscara, con pulpa amarillenta y numerosas semillas negras y pequeñas.

Además de los frutos se aprovecha en esta planta las fibras del tronco y la madera, que es liviana y dura, aunque poco resistente.

Esta especie se ha incluido en la familia de las Eleocarpaceas, muy afín a las Tiliáceas.

REFERENCIAS

- BRAGA, O. DE. Cultura e beneficiamiento de juta. Río de Janeiro, Ministerio de Agricultura, 1952. 45 p.
- BROOKS, E. R. y GUARD, A. T. Vegetative anatomy of *Theobroma cacao*. Botanical Gazette 113:444-454. 1952.
- BROWN, H. B. y WARE, J. O. Algodón. Traducción de la 3ª ed. en inglés por J. Contre Malo. México. D.F., UTEHA, 1961. 623 p.
- BURLE, L. La cacaoyer. París, Maisonneuve et Larose, 1961-62. 2 v.
- CHEVALIER, A. Les colatiers et les noix de cola. París, Challamel, 1911. 484 p.
- COOK, O. F. Branching and flowering habits of cacao and patashte. Contributions of the United States National Herbarium 17:609-625. 1916.
- GRANE, J. C. Kenaf, fiber plant rival of juta. Economic Botany 1:334-350. 1947.
- _____ Roselle, a potentially important plant fiber. Economic Botany 3:89-103. 1949.
- CUATRECASAS, J. Cacao and its allies. A taxonomic revision of the genus *Theobroma*. Contributions of the United States National Herbarium 35:379-614. 1964.
- DEWEY, L. H. Fiber production in the Western Hemisphere. U.S. Department of Agriculture, Miscellaneous Publication no. 518. 1943. 95 p.
- DUBLIN, P. Le colatier (*C. nitida*) en République Centrafricaine; culture et amélioration. Café, Cacao, Thé 9(2):97-115; 9(3):175-192. 1965.
- FUKUSAWA, C. A., CAMPOS, FILOMENA F. y CAPINPIN, J. M. Genetic aspects of the interspecific crosses between kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) and roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Philippine Agriculturist 44:223-235. 1960.
- GORE, U. R. Morphogenetic studies of the inflorescence of cotton. Botanical Gazette 97:118-138. 1935.
- GORREZ, D. D. The flower biology, morphology; pollinating and crossing habit of cacao. Philippine Agriculturist 46:288-302. 1962.
- HARDY, F., ed. Manual de cacao. Edición española. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. 439 p.

- HAYWARD, H. E. *Malvaceae, Gossypium spp.*
In ———. Estructura de las plantas útiles.
Versión española por O. Núñez. Buenos Aires,
Acme, 1953. pp. 411-449.
- HODGE, W. H. The South American sapote.
Economic Botany 14:203-206. 1960. (*Quararibia cordata*).
- HUTCHINSON, J., SILOW, R. A. y STEPHENS,
S. G. Evolution of *Gossypium* London, Ox-
ford University Press, 1947. 160 p.
- . Historia y relaciones de los algo-
doneros. Endeavour 21:5-15. 1962.
- KIRBY, R. H. Vegetable fibers; botany, cultivation
and utilization. London, Leonard Hill, 1963.
464 p. (World Crops Books).
- KLUNDU, B. C. Jute-World's foremost bast fibre.
I. Botany, agronomy, diseases and pests. Eco-
nomic Botany 10:103-133. 1956.
- . Jute World's foremost bast fibre.
II. Technology, marketing, production and
utilization. Economic Botany 10:203-240. 1956.
- . BASAK, K. C. y SARCAP, P. B.
Jute in India, a monograph. New Delhi, In-
dian Council of Agricultural Research, 1959.
395 p.
- MARTINEZ, ANGELINA y JAMES, C. NOEL,
comps. Cacao; bibliografía de las publicacio-
nes que se encuentran en la Biblioteca del
Instituto. Turrialba, Costa Rica, Instituto In-
teramericano de Ciencias Agrícolas, 1954. 258
p. (IICA, Biblioteca Conmemorativa Orton,
Lista Bibliográfica no. 2).
- MCCANN, L. P. Kenaf (*Hibiscus cannabinus*
L.). a bibliographical survey. U.S. Depart-
ment of Agriculture. Bibliographical Bulletin
no 17. 1952. 20 p.
- PAL, B. P., SINGH, H. B. y SWARUP, V.
Taxonomic relationships and breeding possi-
bilities of species of *Abelmoschus* related to
okra (*A. esculentus*). Botanical Gazette 113:
455-464. 1952.
- PRECIADO CASTILLO, A. El algodón, México,
Empresas Editoriales, 1950. 578 p.
- REEVES, R. G. y VALLE, C. C. Anatomy and
microchemistry of the cotton seed. Botanical
Gazette 93:259-277. 1932.
- SAUNDERS, J. H. The wild species of *Gossy-
pium* and their evolutionary history. London,
Oxford University Press, 1961. 62 p.
- SOEENG-REKSODIHARDJO, W. The species
of *Durio* with edible fruits. Economic Botany
16:270-282. 1962.
- THARP, W. H. The cotton plant. How it grows
and why its growth varies. U.S. Department
of Agriculture. Agriculture Handbook no. 178.
1960. 17 p.
- TOXOPEUS, H. J. Over de bloemblogie, de
spontane hybridisatie en de periodiciteit en
de dracht van kapok. Mededigen der Alge-
meine Proefstation Landbow (Indonesia) N°
77. 28 p. 1948.
- URQUHART, D. H. Cacao. Versión española de
J. Valerio. 2da. ed. Turrialba, Costa Rica,
Instituto Interamericano de Ciencias Agríco-
las, 1963. 322 p. (IICA, Textos y Materiales
de Enseñanza no. 13).
- VALMAYOR, R. V., CORONEL, R. E. y RAMI-
REZ, D. A. Studies on floral biology fruit set
and fruit development in durian (*Durio zi-
bethinus* Murr.) Philippine Agriculturist 48:
355-366. 1965.
- VENNING, F. D. Desarrollo morfológico y fisio-
lógico del kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.);
relación con la producción de fibra. In Con-
ferencia Mundial sobre Kenaf, La Habana,
Cuba, 1958. Actas. Washington, D.C., Inter-
national Cooperation Administration. 1958. pp.
49-73.
- . RAMOS, L. y PUENTES, C.
Estudio anatómico del kenaf relacionado con
distintas fases de la producción de fibra.
Cuba. Ministerio de Agricultura, Comisión
Cooperativa de Fibras. Boletín Técnico no. 2.
1953. 48 p.
- WERKHOVEN, J. Kenaf, a valuable fibre crop.
Tropical Abstracts 18:797-801. 1963.
- WILSON, F. D. y MENZEL, M. Y. Kenaf (*Hi-
biscus cannabinus*), roselle (*Hibiscus sab-
dariffa*). Economic Botany 18:80-91. 1964.
- WITTMACK, L. Botanik und kultur des baum-
wolle. Berlin, Springer, 1928. 352 p.
- WATROUS, ROBERTA C., comp. Cacao, a bi-
b'iography on the plant and its culture and
primary processing of the bean. U.S. Depart-
ment of Agriculture, Library List N° 53. 1950.
49 p.
- ZAMORA, P. M., ORLIDO, N. W. y CAPINPIN,
J. M. Ontogenetic and embryological studies
in *Theobroma cacao* Linn. Philippine Agri-
culturist 43:613-636. 1960.

BASELACEAS

ESPINACA DE CEILAN, *Basella rubra*

El cultivo de esta especie es poco conocido en América; cultivares de tallos verdes se encuentran en los jardines de horticultores japoneses en Panamá, Brasil y otros países. Las hojas y ramillas se consumen cocidas en reemplazo de la verdadera espinaca.

Basella rubra: *B. alba* (Fig. 30.1) es originaria de los trópicos del Viejo Mundo. Es una planta trepadora de varios metros de longitud, pero en cultivo se le mantiene baja y compacta, de 10 a 30 cm. de alto. Los tallos son cilíndricos, suculentos, verdes o rojizos. Las hojas obovadas o acorazonadas, carnosas, de color verde claro, miden de 5 a 10 cm. de largo teniendo una apariencia ondulada por los nervios hundidos en la cara superior. La base de la lámina es decurrente en el peciolo y el ápice redondeado o ligeramente agudo.

La inflorescencia es una espiga solitaria, que brota de las axilas de las hojas inferiores y mide 5 a 15 cm. de largo. Las flores son sésiles, con el cáliz verdoso y diminuto. La corola es casi cerrada, de 3 a 5 mm. de longitud, carnosas, blanca con el ápice rosado, formada por 5 pétalos, 2

más grandes y envolventes, 3 más cortos y finos. Hay 5 estambres y un pistilo con 3 estigmas. Es corriente encontrar en la misma espiga botones sin abrir en la parte superior, flores abiertas al medio y fru-

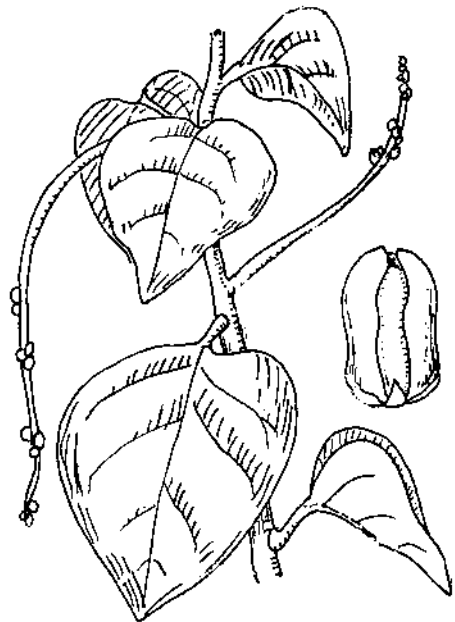


Fig. 30.1. *Basella rubra*.

tos esféricos, verdosos de 5 a 6 mm. de diámetro en la parte inferior.

Las hojas de *Basella rubra* tienen buen sabor, pero contienen una vez cocinadas un mucilago que no las hace atractivas para ciertas personas. Son ricas en vitamina A y de alto contenido en vitaminas B y C, calcio y hierro.

Basella rubra se reproduce generalmente por estacas, sembradas en platabandas

y se mantiene baja por el corte continuo de tallos. En Oriente se deja crecer en barbacoas u otros soportes. Las primeras ramillas se recogen en pocas semanas y la producción es continua durante todo el año.

Una Baselácea tuberífera, el ULLUCO, *Ullucus tuberosus*, se cultiva en las tierras altas de Los Andes, sobre los 2000 m., por sus tubérculos comestibles.

PORTULACACEAS

ESPINACA DE SURINAM, *Talinum triangulare*

Especie originaria del Norte de Sur América, cultivada ampliamente en los trópicos del Viejo Mundo, donde se le conoce con el nombre de espinaca de Surinam. Los tallos jóvenes y hojas se comen crudos o cocinados y constituyen un alimento muy nutritivo y agradable.

Talinum triangulare (Fig. 30.2) es una planta herbácea, carnosa, hasta de 1 m. de alto, de tallos triangulares, verdes y succulentos, a menudo leñosos en la base. Las hojas alternas, espatuladas, carnosas, miden de 4 a 12 cm. de largo por 1 a 4 cm. ancho, y son de color verde oscuro. Las inflorescencias en racimos terminales hasta de 30 cm. de largo, llevan numerosas flores llamativas por el color de los pétalos. El cáliz se forma de 2 sépalos verdes y agudos. La corola tiene 5 pétalos rojos o rosados, de 0,5 a 1,5 cm. de largo. Los estambres muy numerosos están unidos en un disco basal. El pistilo tiene ovario ovoide, terminado por 1 estilo trifido. El fruto es una cápsula verdosa, de 3 celdas, rodeada por los 2 sépalos y contiene numerosas semillas negras y arriñonadas.



Fig. 30.2. *Talinum triangulare*, espinaca de Surinam.

REFERENCIAS

OCHSE, J. J. y BRINK, R. C. B. Vegetables of the Dutch East Indies. Buitenzorg, Java, Archipel drukkerij, 1931. 1005 p.

TEODORO, N. C. The talinum; its culture and uses. Philippine Journal of Agriculture 9(4): 395-401, 1938.

GUTIFERAS

31

Las Gutíferas son árboles de los trópicos, notables del punto de vista comercial como frutales o por su riqueza en resinas. Entre los primeros se incluyen varias especies del género *Garcinia* de Oriente, y en América de los géneros *Mammea*, *Rheedia* y *Platonia*.

MANGOSTAN, *Garcinia mangostana*

El mangostán es posiblemente la fruta más famosa de los trópicos de Oriente. Su área de origen son las selvas lluviosas de Malasia, donde aún se la encuentra en estado silvestre.

Para crecer bien requiere sitios de humedad alta y permanente, temperaturas medias mayores de 20°C., y suelos fértiles y de buen drenaje. En los primeros años necesita crecer bajo sombra para ajustarse después a la luz directa.

El mangostán (Fig. 31.1) es un árbol de 10 a 20 m. de altura, con un tronco central del que salen ramas horizontales opuestas que dan a la planta una forma cónica o piramidal. El tronco y las ramas principales tienen en la corteza canales resiníferos que segregan un látex espeso, amarillo o verdoso. El árbol crece lentamente y los primeros frutos aparecen de 8 a 10 años después de la siembra.

Las hojas opuestas, de pecíolo corto, son notables por su grosor. Son elíptico-ovadas, de 10 a 20 cm. de largo por 5 a 10 cm. de ancho, con el nervio central

bien marcado y muchos nervios laterales prominentes y paralelos, carácter que con el grosor de la hoja y su color verde brillante, es común a muchas Gutíferas.

Las plantas son unisexuales y en su gran mayoría pistiladas. Las flores estaminadas salen en grupos de 3 a 9, en pedicelos largos y tienen 4 sépalos y 4 pétalos; los estambres muy numerosos aparecen en 4 grupos, y al centro hay un pistilo estéril. Las flores pistiladas aparecen solitarias en las ramillas, en pedicelos cortos, gruesos y angulosos, de unos 2 cm. de largo. Los 4 sépalos están arreglados en 2 series; los 2 externos son más grandes, de 2 cm. de largo, verdes o amarillentos y cubren a los 2 internos más cortos y rojizos. Los pétalos son gruesos, obovados, de 2 a 3 cm. de largo, amarilloverdosos con los bordes rojizos. En el centro de la flor hay un pistilo formado por el ovario esférico, con 4 a 8 celdas, terminando en un estigma dividido en 4 a 8 lobos; rodeando el gineceo hay numerosos estaminodios.

El fruto es una baya aplanada que tiene en la base los 4 sépalos, y en el ápice

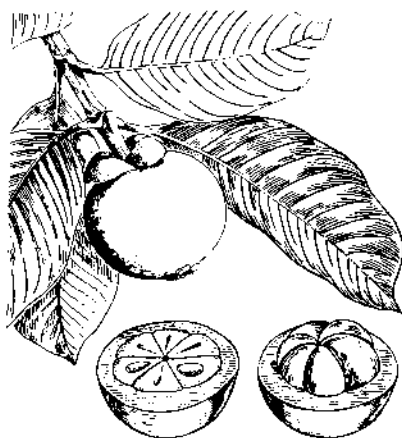


Fig. 31.1. *Garcinia mangostana*, mangostán.

el estigma dividido en varios lobos en forma de estrella. El color externo varía de rojo a púrpura, y el diámetro entre 3 a 7 cm. Al cortar transversalmente el fruto aparece primero el pericarpio, rosado, duro, con canales laticíferos que exudan un líquido amarillo. El centro de la fruta aparece dividido en gajos blancos, brillantes, cada uno encerrando una semilla. Es esta pulpa o arilo, de un sabor sui generis, agrídulce y aromático, lo que constituye la parte comestible. Por lo común en un fruto hay sólo de 1 a 3 semillas, originadas no de fertilización normal sino del desarrollo apomictico de embriones situados en las paredes de los carpelos. Por esta razón se considera que la mayoría de los árboles cultivados forman realmente un solo clon.

Las semillas pierden pronto su vitalidad al ser extraídas de la fruta, pero permanecen vivas por varias semanas dentro de ella.

Las plántulas son muy débiles y de baja supervivencia. Se ha intentado la propagación vegetativa sin mayor éxito.

IMBE, *Garcinia livingstonei*

Especie africana que se cultiva por sus frutos elipsoidales, amarillos, de 3 a 5 cm. de largo, de cáscara delgada y pulpa amarillenta y agrídulce. La planta produce varios tallos principales que se doblan

hacia afuera, y por su aspecto y follaje se la cultiva como ornamental.

MANDU, *Garcinia dulcis*

De la misma área original del mangostán, se cultiva por sus frutos esféricos, pequeños, de 2 a 3 cm. de diámetro, amarillos y jugosos, que se comen crudos o en jaleas.

Otras especies frutales de cultivo muy reducido son: *Garcinia tinctoria*, *G. atroviridis* y otras. De *Garcinia morella* y *G. hanburyi* se obtiene el camboge, resina usada en medicina y pintura.

MAMEY, *Mammea americana*

Este frutal (Fig. 31.2), llamado también mamón de Santo Domingo, mamón de Cartagena, abricó de Pará, es uno de los árboles más hermosos de los trópicos por su porte y follaje. Alcanza hasta 25 m. de altura y tiene una copa densa y regular. Como en otras Gutíferas el tronco, ramas y hojas exudan un látex amarillo y espeso. Las hojas son elípticas a obovadas, gruesas y planas, de color verde brillante. Como en el mangostán las nervaduras laterales son numerosas y regulares dejando entre ellas glándulas o puntos más claros. Las flores aparecen en ramillas y pueden ser hermafroditas o uni-

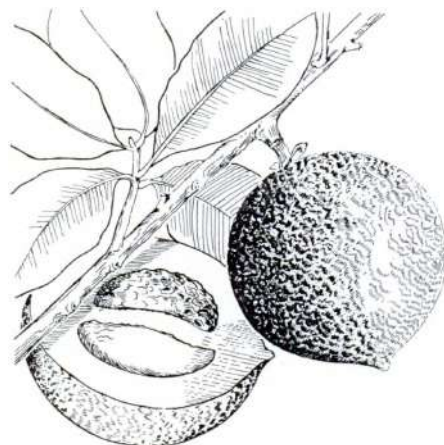


Fig. 31.2. *Mammea americana*, mamey.

sexuales; este último caso se puede presentar en el mismo árbol o en árboles diferentes. Se forman de un cáliz de 2 sépalos, de 1 a 1,5 cm. de largo; corola de 4 a 6 pétalos blancos y anchos, de 1,5 a 2 cm. de longitud. En el centro de la flor hay numerosos estambres y un pistilo con ovario de 2 a 4 celdas, terminado por un estigma corto que se divide en 4 a 6 ramas. Las flores tienen un aroma muy agradable y con ellas se prepara en las Antillas un licor perfumado, llamado eau de créole.

El fruto es ovoide o elipsoidal, de 8 a 25 cm. de largo, bien apiculado. La superficie es irregular, corchosa, de color castaño, recubierta de lenticelas. El epicarpo es duro y forma con la parte externa del mesocarpo una cáscara de 3 a 4 mm. de espesor, rica en fibras y canales de resinas. El mesocarpo es una masa amarilla o rojiza, dura, algo azucarada; se come cruda o se prepara en jaleas o conservas. Tiene un parecido lejano al albaricoque, en olor y sabor. Se compone de parénquima, con células largas radiales y está atravesada por canales de resina. Hay de 1 a 4 semillas en posición radial.

MADROÑO, *Rheedia madruno*

El madroño (Fig. 31.3) es un árbol bajo, hasta de 8 m. de alto, originario del Norte de Sur América, donde escasamente se le cultiva. Las hojas elípticas tienen la nervadura típica de las Gutíferas y un color verde oscuro y brillante, muy atractivo; miden de 6 a 15 cm. de largo por 4 a 6 cm. de ancho. Las flores unisexuales tienen 2 sépalos y 4 pétalos. El fruto ovoide o elipsoidal, mide de 3 a 5 cm. de longitud; la cáscara es dura, amarilla, cubierta de protuberancias y con abundantes canales de látex. La pulpa blanca, delgada y acidula, cubre 3 ó 4 semillas grandes.

BACUPARI, *Rheedia brasiliensis*

Este árbol crece semisilvestre en el Suroeste de Brasil. Los frutos se preparan en

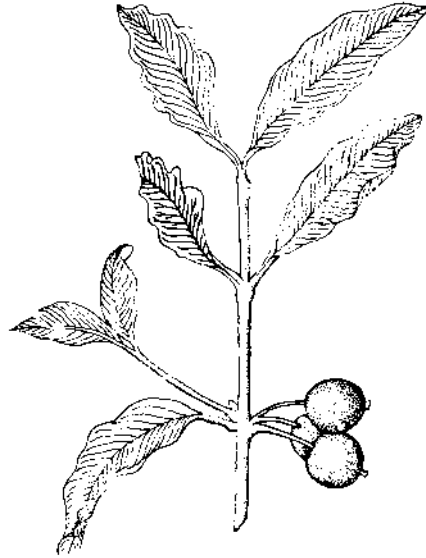


Fig. 31.3. *Rheedia madruno*, madroño.

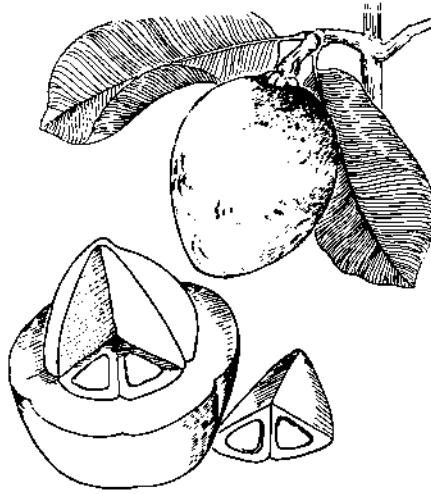
jaleas; son ovoides, de 3 a 4 cm. de largo, con la cáscara amarilla y dura y la pulpa suave y muy blanca.

BERBA, *Rheedia edulis*

Los frutos de *R. edulis*, árbol que crece en semicultivo en América tropical, son esféricos o elipsoidales, de 2 a 2,5 cm. de diámetro, con una corona en el ápice que son los restos del estigma. La cáscara amarilla o anaranjada es suave; la pulpa, delgada y blanca, que rodea las semillas, es acidula y de sabor agradable.

BACURI, *Platonia insignis*

El bacuri (Fig. 31.4) se cultiva poco en Brasil. Es un árbol hasta de 20 m. de altura, de hojas rómbicas, duras y brillantes y flores solitarias grandes, con 4 sépalos y de 4 a 6 pétalos rosados. El fruto es esférico, de 7 a 8 cm. de diámetro, amarillo y liso. La pulpa dulce, de sabor agradable, está rodeada de 4 ó 5 semillas.

Fig. 31.4. *Platonía insignis*, bacuri.

REFERENCIAS

- HOEHNE, F. C. Frutas indígenas. Sao Paulo, Instituto de Botánica, 1946. 88 p. (Instituto de Botánica. Publicação da Serie "D").
- KRISHNAMURTHI, S. y MADHAVA RAO, V. N. The mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) its introduction and establishment in Peninsular India. *Advances in Agricultural Sciences (India)* 1965:401-420. 1965.
- _____, MADHAVA RAO, V. N. y RAVOOF, A. A. A note on the flowers and floral biology in mangosteen (*Garcinia mangostana* L.). *South Indian Horticulture* 12:99-101. 1964.
- OCHSE, J. J. y BRINK, R. C. VAN DEN. Fruits and fruit culture in the Dutch East Indies. Batavia-C., Kolff, 1931. 180 p.
- POPENOE, W. *Manual of tropical and subtropical fruits*. New York, Macmillan, 1920. 474 p.
- _____. The mangosteen in America. *Journal of Heredity* 19:537-545. 1928.

LECITIDACEAS

Varias Lecitidáceas del Amazonas suplen algunas de las mejores nueces conocidas. Las castañas o nueces del Brasil o de Pará se obtienen de *Bertholletia excelsa*; las de sapucaia, de *Lecythis elliptica*, las del paraíso o zabucajo, de *Lecythis zabucajo*. Hay también en esta familia varios frutales de menor importancia.

En las Lecitidáceas son muy interesantes la estructura de la flor y el tipo de fruto. El eje de la flor y el ovario están unidos por completo, y terminan arriba en un disco plano del cual salen los pétalos y estambres; los sépalos en cambio, salen más abajo del disco. Hay 4 ó 6 sépalos y pétalos, libres, cóncavos y por lo común duros. Los pétalos son blancos, amarillos o rosados. Los estambres muy numerosos, están distribuídos en verticilos y muchos de ellos son cortos y estériles. En algunas especies los estambres de un lado del disco son fértiles y más largos y se doblan sobre ellos mismos con las anteras casi tocando de nuevo al disco. El pistilo tiene un ovario con 2 a 6 celdas; el estilo es simple y termina en un estigma redondo.

El fruto o pixidio, resulta del desarrollo conjunto del eje floral y del ovario. En algunas especies alcanza gran tamaño y por la estructura fuerte del epicarpo, como de madera, se usan como recipientes una vez extraídas las semillas, como en las llamadas ollas de mono. El epicarpo se abre arriba en un opérculo que en ciertas especies es poco marcado, mientras que en otras está cerrado por una tapa que se separa por completo y que resulta del desarrollo del disco. Las semillas están adheridas al fondo del fruto por funículos bien desarrollados.

En algunas especies las flores aparecen sólo en el tronco o las ramas más gruesas.

NUEZ DEL BRASIL, *Bertholletia excelsa*

Las *Bertholletia* son árboles gigantes, hasta de 50 m. de altura, que dominan sobre el resto de la vegetación amazónica. Tienen hojas sencillas, oblongas, muy grandes, de 30 a 50 cm. de longitud. Las flores solitarias o en racimos, son pequeñas, de unos 2 cm. de diámetro. Están formadas por 4 sépalos y 4 pétalos, estos

últimos duros y cóncavos; hay numerosos estambres que salen de un disco bien desarrollado, y un pistilo largo y curvo.

El fruto (Fig. 32.1 A) es un pixidio, o cápsula leñosa de la forma de una naranja, de unos 8 a 15 cm. de diámetro, con el opérculo escasamente marcado e indehiscente. Los frutos se desprenden del árbol con gran ruido y caen enteros al suelo. Los roedores abren el opérculo, comen algunas semillas y entierran otras, de las

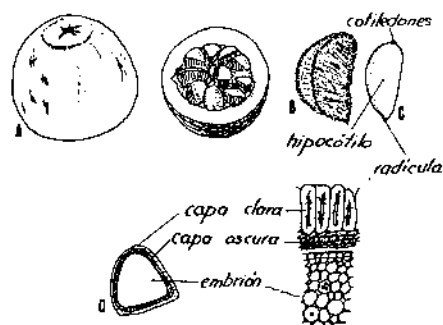


Fig. 32.1. *Bertholletia excelsa*. Nuez de Brasil. A, fruto. B, nuez o semilla. C, corte longitudinal de la semilla. D, corte transversal.

que nacen nuevas plantas. Dentro del pixidio hay de 15 a 20 semillas grandes, de 4 a 5 cm. de largo, con un lado cóncavo y los otros dos planos (Fig. 32.1 B-C); el primero está inmediato a la cáscara, los otros dos se aplanan por la presión con las otras semillas. La rafe aparece bien marcada, como un reborde longitudinal. La testa es dura, oscura, cubierta de estrias transversales.

La estructura de la semilla (Fig. 32.1 D) muestra que la testa se compone de dos capas: una externa, en empalizada, de esclereidas que tienen el lumen muy abierto hacia la superficie, y miden cerca de 1 mm. de largo y una interna, oscura, que está formada por varios estratos de células muy pequeñas y compactas. El embrión, cubierto por una capa delgada de endosperma, se forma del hipocótilo y está constituido principalmente de parénquima que contiene abundantes granos de aleurona. Las nueces del Brasil son ricas en aceite, el que forma el 65 por ciento de la semilla, y de proteínas que constituyen del 15 al 18 por ciento. Las semillas se consumen principalmente como nueces y son un artículo importante de exportación de Brasil y Perú. En el Amazonas se extrae de ellas aceite que se usa en alimentación y alumbrado.

En las plantaciones esta especie se propaga por injerto, obteniéndose de esa manera la primera cosecha entre los 10 a 15 años.

SAPUCAIA, *Lecythis elliptica*

La sapucaia es un árbol bajo, (Fig. 32.2 A) de cosecha temprana. Las hojas oblongolanceoladas, miden de 12 a 24 cm. de largo. Las flores blancas aparecen en racimos en el extremo de las ramillas; tienen 6 sépalos y 6 pétalos. Los estambres numerosos salen de una base común; se desarrollan más de un lado y luego se doblan sobre el estilo.

Los pixidios en *Lecythis* difieren de los de *Bertholletia* por tener el opérculo muy abierto, cuya tapa se desprende fácilmente. Cuando las frutas maduran permanecen adheridas a la rama, mientras que la tapa y semillas se desprenden y caen al suelo.

El pixidio en esta especie mide de 5 a 8 cm. de diámetro; la parte inferior es hemisférica y encima de ella hay un reborde ondulado; la superior es cóncava y forma la tapa. La fruta contiene de 6 a 10 semillas o nueces, de 3 a 4 cm. de largo, de forma elipsoidal generalmente pero con dos lados más o menos planos. Carecen de las numerosas estrias transversales que caracterizan a la nuez del Brasil. Estructuralmente no difieren de ellas, excepto en que la testa presenta espacios vacíos.

Esta especie por su tamaño, cosecha temprana y magnífica calidad de nueces, es posiblemente la más prometedora de las Lecitidáceas.

NUEZ DEL PARAISO, *Lecythis zabucajo*

L. zabucajo (Fig. 32.2 B) es comparable en porte a la nuez del Brasil. Es de tronco grueso y alto; el follaje compacto y hermoso cae durante la estación seca. Las hojas elípticas a oblongas, marcadamente acuminadas, miden de 12 a 14 cm. de largo.

El pixidio, de 15 a 20 cm. de largo y 22 a 26 cm. de diámetro, es semejante al de sapucaia, excepto que la base no es redonda sino que tiene una constricción marcada. Las semillas o nueces como en la especie anterior, están adheridas a lar-

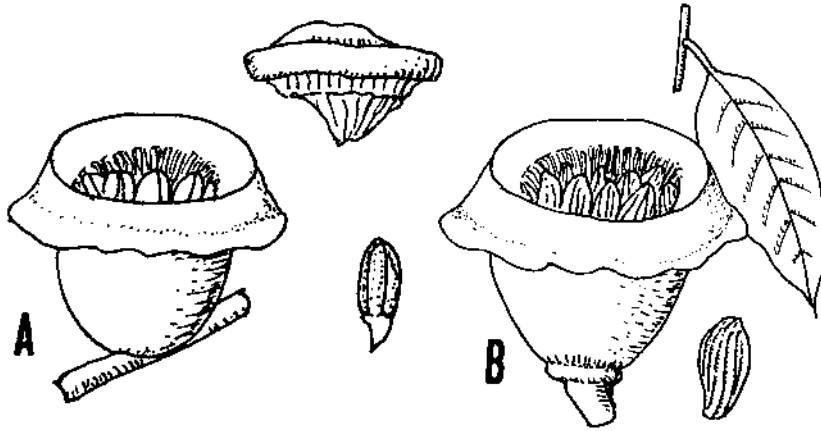


Fig. 32.2. *Lecythis* spp. sapucaia. A, *L. elliptica*. B, *L. zabucajo*.

gos funículos. Miden de 4 a 5 cm. de largo, y se consideran como las mejores nueces conocidas. Son elipsoidales, agudas al extremo superior, con pocos rebordes longitudinales.

Otras Lecitidáceas utilizadas por los frutos son: PACO, *Gustavia superba*, un árbol hermoso de las tierras bajas y húmedas de Sur América, de flores rosadas o

moradas y frutas que nacen en el tronco, con el opérculo muy ancho. Se utilizan por la sustancia grasa que rodea las semillas; de sabor agradable que recuerda al aguacate.

SACCHAMANGO, *Grias neubertii*, de la región amazónica de Brasil y Perú da frutos amarillos que nacen del tronco, que se comen crudos o en conserva.

MIRTACEAS

Las Mirtáceas son árboles o arbustos de hojas opuestas, pequeñas y brillantes; el follaje nuevo es con frecuencia rosado y se torna luego verde oscuro. Las flores tienen perianto doble, con cáliz y corola de 4 ó 5 piezas cada uno; los sépalos son permanentes, los pétalos caedizos. Hay numerosos estambres, con frecuencia unidos en haces. El ovario ínfero está completamente unido al hipantio o receptáculo, y al desarrollarse forma una estructura carnosa y azucarada, por lo que muchas especies de esta familia tienen valor como frutales.

Otra característica económica de las Mirtáceas es la presencia de glándulas de aceite en casi todos sus tejidos, lo que determina su utilización como especias o fuentes de aceites esenciales

FRUTALES

Hay dos regiones en los trópicos particularmente ricas en frutas mirtáceas: el centro de Brasil y la región indomalaya. Los géneros principales son: *Eugenia*, americano, con su contraparte asiática, *Syzygium*, que algunos autores incluyen en el primero aunque actualmente se consideran diferentes; *Psidium*; *Myrciaria*; *Feijoa* y otros de los trópicos americanos.

Hay especies silvestres cuyos frutos se recolectan pero que no han sido aún sometidas al cultivo como *Myrcia* spp.

GUAYABO, *Psidium guajava*

La guayaba (Fig. 32.3) es la más conocida de las frutas mirtáceas. Es origi-

naría de América tropical y se ha extendido ampliamente en los trópicos del Viejo Mundo. Su valor principal está en que es una fuente barata y altamente eficiente de vitamina C, la cual se conserva en los productos elaborados, como jaleas y mermeladas. Contiene además algo de vitamina A; es muy rica en hierro y de buen contenido en fósforo y calcio.

El guayabo es un árbol bajo y muy ramificado, de copa abierta o compacta, con las ramillas nuevas cuadrangulares, carácter que es corriente en las Mirtáceas. En el tronco y ramas viejas hay felógenos activos, que forman capas de corcho, que se desprenden continuamente. Las hojas varían de elípticas a oblongas, de 3 a 16 cm. de largo por 3 a 6 cm. de ancho; la cara superior es lisa y más oscura, la inferior con frecuencia pubescente, cubierta de puntos más claros y con nervios prominentes. Las flores aparecen solitarias o raramente en grupos de 3 en las ramillas nuevas. El peciolo mide de 1 a 2 cm. y tiene varias bracteolas agudas. El receptáculo o hipantio mide de 5 a 10 mm. de largo, y se angosta en el ápice para luego ensancharse en un cáliz de 4 a 5 sépalos. Los pétalos blancos, cóncavos, miden alrededor de 1 cm. de largo. Hay numerosos estambres; el pistilo con ovario de 4 celdas, termina en un estigma peltado.

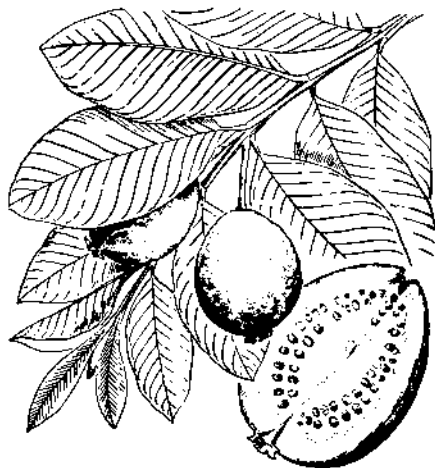


Fig. 32.3. *Psidium guajava*, guayaba.

Los frutos son de formas muy distintas, principalmente esféricos, elipsoidales o piriformes. En tamaño varían de 4 a 12 cm. de largo por 4 a 7 cm. de diámetro. Resultan del desarrollo conjunto de las paredes del receptáculo y los tejidos del ovario, y conservan en el ápice los restos del cáliz y aun del pistilo. El epicarpo es una capa de parénquima, con abundantes estomas en la epidermis, debajo de la cual hay cavidades de aceites, que aparecen externamente como puntos hundidos y más oscuros. El mesocarpo está constituido por parénquima, en el que se hallan células duras, esclereidas, solas o en grupos, que dan la consistencia arenosa característica de la guayaba. Los haces vasculares que recorren el mesocarpo son suaves y no contienen fibras. Los tejidos del ovario, de parénquima rico en agua, tienen pigmentos rosados o amarillos según la variedad. Por lo común hay 4 lóculos, con abundantes semillas triangulares o reniformes, duras y blancas, de 3 a 5 mm. de longitud.

Psidium guajava es tan variable que se separaba antes en varias especies. No se conoce mucho de la polinización y hay indicaciones de que predominan los tipos autoincompatibles. En la progenie de un árbol, por ejemplo, se observa una variación muy amplia en rendimiento y hasta color del fruto, lo cual sugiere que la hibridación es corriente. También existen poblaciones de indudable origen híbrido, que resultan de cruces con otras especies, particularmente con *P. guineense*.

En India y otros países se han encontrado árboles que no producen semillas; son triploides, y aunque tal característica aparentemente es ventajosa, en calidad del fruto y rendimiento son inferiores a los tipos normales. También se han encontrado árboles en que el epicarpo es tan grueso que la cavidad que contiene las semillas queda muy reducida.

Se ha estudiado también la variación en el contenido de ácido ascórbico, el cual es mayor en las guayabas blancas que en las rosadas, y en los tejidos del epicarpo que en el ovario.

En India, Florida, Hawaii y otras regiones se han seleccionado cultivares superiores por rendimiento, resistencia a insectos y enfermedades, y otras características. Se ha recurrido a la propagación vegetativa para establecerlos clonalmente.

GUAYABA JAPONESA, ARACA VERMEILHO, *Psidium cattleianum*

Especie originaria de Brasil, que crece bien en áreas subtropicales (Fig. 32.4). Es un arbusto de follaje compacto, verde oscuro, con ramillas cilíndricas. Las hojas elípticas a obovadas, de 5 a 8 cm. de largo, son lisas, no pubescentes como en el guayabo. Las flores, más pequeñas que en este último, tienen los 4 sépalos con bordes recortados irregularmente y 4 pétalos blancos. El fruto esférico a obovoide, de 2,5 a 3,5 cm. de largo, es externamente rojo púrpura, aunque se conoce un cultivar, 'Lucidum', de frutos amarillos. La pulpa delgada, blanca, dulce y aromática, es de sabor superior a la guayaba.

Además de las especies citadas el género *Psidium* incluye otras como el CAS o GUAYABA AGRIA, *P. friedrichstahlianum*, de Centro América y Colombia, de ramillas cuadradas, a menudo con 4 alas, hojas elípticas y lisas, de 5 a 10 cm. de largo y flores de corola blanca. La fruta amarilla, esférica o achatada, de 3 a 5 cm.

de diámetro, tiene el epicarpo delgado y abundantes semillas rodeadas de un jugo ácido con el que se hacen magníficos refrescos. En Brasil se utilizan varias especies como el ARACAIBA, *P. pumillum*, y otros.

PITANGA, *Eugenia uniflora*

Originaria de Brasil, es un arbusto hasta de 9 m. de alto, corrientemente de 1 a 2 m. de altura, de follaje compacto y verde oscuro (Fig. 32.5). Las hojas ovadas, de ápice acuminado y base decurrente en el peciolo, miden de 1,5 a 4 cm. de largo. La inflorescencia es un racimo axilar, compuesto por 1 a 3 pares de flores opuestas, con pedúnculos que tienen numerosas brácteas. Las flores tienen pedicelos finos, de 1 a 2 cm. de largo, con bracteolas deciduas. El hipantio es muy corto, de 1 a 2 mm. de largo, y se abre en 4 sépalos pequeños. Los 4 pétalos obovados y blancos miden de 6 a 8 mm. de largo. Hay cerca de 60 estambres; el ovario es bilocular y el estilo en forma de aguja, mide de 4 a 5 mm. de largo. La fruta que por lo general es de forma esférica u oblada, de 2 a 5 cm. de diámetro, se caracteriza por tener 6 a 10 costillas longitudinales prominentes y redondas. El color varía de amarillo claro cuando los frutos están verdes a rojo vino en la madurez. La cáscara es muy delgada; la pulpa ro-

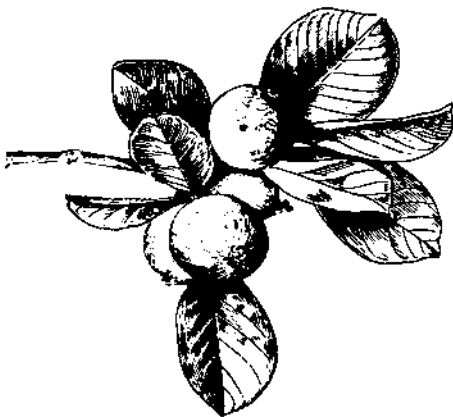


Fig. 32.4. *Psidium cattleianum*.



Fig. 32.5. *Eugenia uniflora*, pitanga.

jiza, acuosa, tiene sabor agrídulce, a veces resinoso, y contiene cantidades apreciables de calcio y fósforo. Hay corrientemente sólo una semilla, grande y blanca. La pitanga se consume cruda, en jaleas y refrescos.

GRUMICHANA, *Eugenia dombeyi*

Especie brasileña como la anterior; es un árbol mediano, de follaje verde oscuro y brillante (Fig. 32.6 A). Las hojas obovadas, miden de 5 a 12 cm. de largo. Las flores blancas y pequeñas, aparecen solitarias o en grupos de 3 en largos pedúnculos.

Las frutas pequeñas y aplanadas, de 1 a 2,5 cm. de diámetro, de cáscara brillante rojo oscuro a casi negro, llevan en el ápice los sépalos permanentes verdes o amarillos. La pulpa es delgada, acidula y se come cruda o se prepara en jaleas. Hay 1 ó 2 semillas redondas, rara vez 3 ó más.

Otras especies de *Eugenia*, originarias de Brasil menos conocidas son:

PITOMBA, *E. luschnathiana* (Fig. 32.6 B) de frutos obovados, amarillos, de 2 a 3 cm. de longitud, con 4 a 5 sépalos de 1 cm. de largo en el ápice. La pulpa es delgada, suave, ácida y muy aromática. Hay de 1 a 4 semillas grandes.

PERA DO CAMPO, *E. klotzschiana* (Fig. 32.6 C) de frutos amarillos, pirifor-

mes, de 5 a 10 cm. de largo. La pulpa es suave, ácida y de olor muy agradable.

UVALHA, *E. uvalha* (Fig. 32.6 D) es un arbusto de hojas angostas y oblongas, de 2 cm. de largo, muy aromáticas. Los frutos amarillos, esféricos, de 2 a 3 cm. de diámetro, tienen la base hundida y llevan los restos del cáliz en el ápice. Se usa para refrescos por su pulpa ácida y aromática.

MANZANA ROSA, POMAROSA, *Syzygium jambos*

Syzygium y *Eugenia* han sido considerados como un solo género. Sin embargo, existen diferencias que justifican su separación. En el primero las flores son terminales, y si aparecen lateralmente entonces se hallan en las ramas viejas; en *Eugenia* son laterales y crecen en las ramillas nuevas. Una diferencia de importancia se halla en la flor; en *Syzygium* el hipantio se prolonga más allá del ovario, formando un tubo o concavidad de cuyo borde salen los estambres; en *Eugenia* en cambio, el hipantio no sobrepasa mucho el ovario y el tubo es reemplazado por un disco plano, del que salen los estambres. *Syzygium* es un grupo originario del Noroeste de Asia; *Eugenia* es americana.

La pomarosa, originaria de la región indomalaya, ha sido introducida en los trópicos americanos, donde se le utiliza tanto por sus frutos, para tapaviento como productora de leña y carbón vegetal (Fig. 32.7). Es un árbol alto, hasta de 20 m., muy ramificado, de hojas lanceoladooblongas, acuminadas, de 10 a 20 cm. de largo por 3 a 5 cm. de ancho, de color verde oscuro en el lado superior, amarillentas en el inferior. Las flores aparecen en las ramillas, solas o en grupos. El cáliz se forma de 4 sépalos verdosos, cóncavos, de diferente tamaño. Los 4 pétalos son orbiculares, blancos, de 1,5 cm. de largo. El centro de la flor lo ocupan un gran número de estambres blancos, alrededor de 300, entre los que se destaca el pistilo, fino y verdoso. El hipantio es obocónico, de 1,5 cm. de lar-

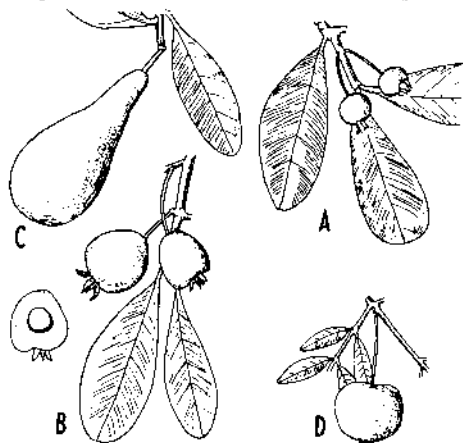
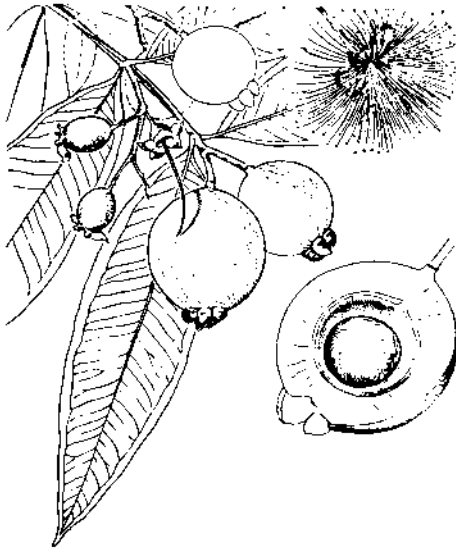


Fig. 32.6. *Eugenia* spp. A, *E. dombeyi*. B, *E. luschnathiana*. C, *E. Klotzschiana*. D, *E. uvalha*.

Fig. 32.7. *Syzygium jambos*, pomarosa.

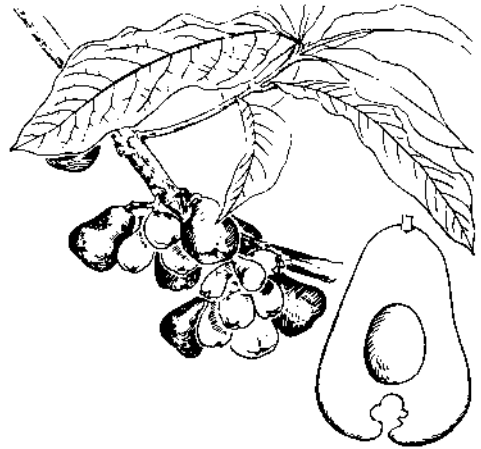
go por 1 cm. de ancho en la parte superior. Los frutos amarillos o rosados, esféricos o aplanados, miden de 3 a 5 cm. de diámetro, y conservan los restos del cáliz en el ápice. La pulpa es delgada, blanca, dulce y aromática. El centro de la fruta lo ocupa una cavidad en que hay una sola semilla, formada por varios embriones carnosos que se separan fácilmente. Estos son de origen nucelar y son los únicos que se desarrollan. La manzanarosa es un tetraploide que tiene dos cromosomas adicionales.

**MANZANA DE AGUA,
MANZANA DE MALAYA, YAMBO**
Syzygium malaccensis

La manzana de agua (Fig. 32.8) ha sido introducida a los trópicos americanos, en donde se aprecia más como frutal que la especie anterior. Es un árbol hermoso, piramidal, con un tallo central del que salen ramas horizontales simétricas. Las hojas oblongo elípticas, grandes, verde oscuro, suaves y brillantes, miden de 15 a 30 cm. de largo por 5 a 15 cm. de ancho. Las inflorescencias son racimos cortos, que brotan del tronco o de las ramas principales. Las flores son muy

llamativas por el color rojo de los pétalos y estambres, que se caen pronto cubriendo el suelo bajo el árbol con una cobertura púrpura.

Los 4 sépalos cóncavos y anchos, presentan una transición de color y tamaño, desde los externos verdosos y de 5 a 7 mm. de largo hasta el más interno, blanco o con manchas rosadas, de 7 a 10 mm. de longitud. Los 4 pétalos son rojos o rosados, oblongos u obovados, con el borde ondulado o recortado, de 10 a 20 mm. de largo. Los estambres numerosos, rojos, de 10 a 30 mm. de largo, son la parte más llamativa de la flor. Por entre ellos sobresale apenas el estilo rojo y fuerte. El hipantio es esférico, rojizo, y termina en un disco cuadrangular del que salen los estambres.

Fig. 32.8. *Syzygium malaccensis*, manzana de agua.

El fruto es globoso, elipsoidal o piriforme, de 5 a 12 cm. de largo, blanco o amarillento con áreas irregulares de tono rojizo. En el ápice hundido quedan los restos del disco y de los sépalos. La pulpa es blanca, esponjosa, rica en agua; no tiene el olor aromático de la manzanarosa, pero es más agradable y refrescante. La fruta es sólida y hay una sola semilla, como en la especie anterior, formada por varios embriones.

Otras especies del género *Syzygium* menos conocidas en América tropical son:

TAMBIS, *S. aqueum* (Fig. 32.9 A) árbol bajo de hojas oblongas o elípticas, suaves, de 10 a 20 cm. de largo y flores blancuzcas o amarillentas. Los frutos pequeños son muy diferentes de las otras especies de *Syzygium* ya descritas, pues tienen una base delgada y cónica que se expande luego en un ápice más ancho. El extremo apical es hundido, advirtiéndose los restos de los 4 sépalos; el estilo es permanente. Los frutos miden de 1,5 a 2 cm. de largo por 2,5 a 4 cm. de ancho en la parte apical. Son rojos o blancos con manchas rojizas, de pulpa blanca, esponjosa y fragante.

MAKOPA, *S. javanicum* (Fig. 32.9 B) especie semejante a la anterior, de frutos piriformes, blancos o rojos, con el ápice hundido, de 3 a 5 cm. de largo por 4 a 5 cm. de diámetro en la parte más ancha.

JAMBOLAN, GUAYABO PESGUA, *S. cumini* (Fig. 32.9 C), árbol de porte

mediano, de hojas elípticas, oscuras y brillantes, y flores pequeñas en panículas. Los frutos elipsoidales, a menudo curvos, miden de 1 a 2 cm. de largo y son de color rojo oscuro a violeta según el cultivar y muy brillantes. La pulpa amarillenta o grisácea, es delgada, jugosa, ácida, pero a menudo astringente.

JABOTICABA, *Myrciaria cauliflora*

Varias especies brasileñas de *Myrciaria*, conocidas con el nombre de jaboticabas, son notables por llevar sus frutos en el tronco y las ramas viejas. Las jaboticabas (Fig. 32.10) son árboles bajos muy ramificados, de copa abierta y simétrica y hojas ovadas o lanceoladas, de 2 a 6 cm. de largo, lisas y brillantes. Las flores aparecen en racimos cortos en el tronco y ramas principales, tienen 4 sépalos largos y 4 pétalos blancos y estambres rectos y numerosos. Las frutas esféricas, rojo oscuro, maduran un mes después de la

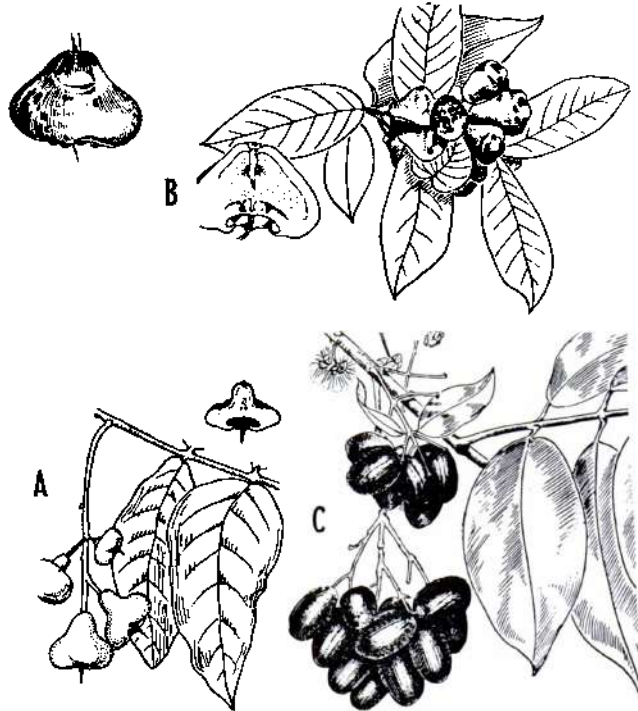


Fig. 32.9. *Syzygium* spp. A, *S. aqueum*. B, *S. javanicum*. C, *S. cumini*.



Fig. 32.10. *Myrciaria cauliflora*, jaboticaba.

floración; miden cerca de 2 cm. de diámetro y llevan en el ápice los restos del cáliz en forma de un disco pequeño. La cáscara es dura y encierra una pulpa delgada, transparente y viscosa, que en la madurez se torna rosada, acidula y aromática. Comúnmente hay una sola semilla, en casos raros hasta 4.

Las jaboticabas crecen lentamente y producen las primeras flores aproximadamente a los 10 años. Las frutas se comen frescas, en jaleas o se preparan en vinos.

Las jaboticabas presentan en Brasil una variación apreciable. Hay tres especies principales: JABOTICABA-TUBA, *M. jaboticaba*; JABOTICABA-SABASARA, *M. cauliflora* que es la más corriente en cultivo; JABOTICABA DE CABINHO, *M. trunciflora*.

Un frutal aún silvestre, pero que es de gran promesa como fuente de ácido ascórbico, es el CAMU-CAMU, *Myrciaria paraensis*, de la región amazónica. El contenido de vitamina C en los frutos de esa especie, que se comen crudos o se emplean en la fabricación de refrescos, es el más alto que se registra en cualquier frutal. El CAMU-CAMU es un arbusto bajo que crece especialmente en las orillas de los ríos. Las frutas aplanadas miden unos 3 cm. de diámetro y son de color rojo vino en la madurez; contienen de 1 a 3 semillas planas, rodeadas de una pulpa acuosa de sabor ácido.

FEIJOA, *Feijoa sellowiana*

Especie originaria del Sur de Brasil, más adaptable a regiones subtropicales. Es un árbol bajo de hojas elípticas, verde oscuros en el lado superior, grisáceas en el inferior. Las flores tienen pétalos grandes y abiertos, comestibles, rosados en el lado interno; los estambres son largos y rojizos. La fruta elipsooidal, semejante a una guayaba, de 3 a 8 cm. de largo, tiene la superficie verde con tonos blancuzcos o áreas rojizas. La pulpa es delgada, blancuzca, muy aromática, con numerosas semillas.

Como se indicó al principio Brasil es la zona de origen de numerosas Mirtáceas frutales, la mayoría poco conocidas fuera de esa área. Varias de ellas son buenas fuentes de ácido ascórbico.

ESPECIAS

CLAVO DE OLOR, *Syzygium aromaticum* (*Eugenia aromatica*)

El clavo es una de las especias de uso más amplio y antiguo. Es nativa de las Molucas, y crece bien sólo en áreas ecuatoriales vecinas al mar, de humedad abundante y alta temperatura. Su cultivo se ha concentrado en dos islas del Este de Africa: Zanzíbar y Pemba, las cuales ejer-

cen prácticamente el monopolio del mercado; su producción, sin embargo, disminuye rápidamente debido a una enfermedad virosa. Los clavos que alcanzan precios más altos son los de Penang y otras islas del archipiélago indomalayo. En América hay algunas siembras en las Antillas.

El clavo (Fig. 32.11 A) es un árbol generalmente bajo, de 3 a 6 m. de altura

en cultivo, con escasa ramificación. La corteza del tronco y las ramas principales son grisáceas y lisas. Las hojas decusadas, de ápice agudo, y base decurrente en el pecíolo, rosadas y finas cuando nuevas, se tornan luego verdes y gruesas; miden de 6 a 18 cm. de largo por 2,5 a 4 cm. de ancho, y son muy aromáticas.

Las flores aparecen en cimas de 3, en pedúnculos cortos y angulosos, una vez al año. El hipantio carnoso sobrepasa al ovario y lleva en el ápice 4 sépalos, 4 pétalos, numerosos estambres y 1 estilo agudo y corto. El hipantio y la parte superior de las flores miden cerca de 4 cm. de largo. El fruto esférico, de 2 a 3 cm. de diámetro, conserva en el ápice los restos del cáliz, y tiene una sola semilla.

Los clavos que se venden en el comercio son los botones florales aún no abiertos; se componen de pedúnculo, hipantio y las partes florales cerradas (Fig. 32.11 B). En el hipantio la epidermis se compone de una capa de células con paredes externas engrosadas, interrumpidas por muchos estomas (Fig. 32.11 C). Debajo hay una zona glandular, con cavidades rellenas de eugenol, un aceite aromático, de olor característico (aceite de clavo).

Luego sigue una zona de parénquima, que en los clavos secos aparece llena de almidón, seguida por una región vascular, en la que son frecuentes las fibras rodeando los vasos. Hay otros estratos de parénquima, una zona central de haces vasculares, y finalmente la médula, relle-

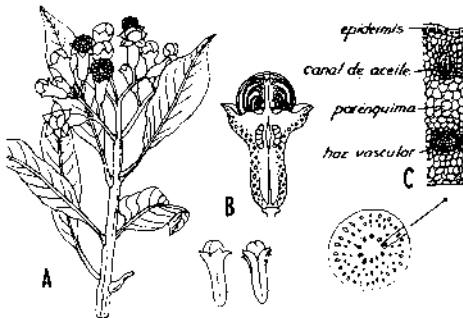


Fig. 32.11 *Syzgium aromaticum*. clavo. A, rama florida. B, botones florales. C, corte transversal del botón (clavo).

na de parénquima esponjoso, a menudo desintegrado.

Los clavos se recogen a mano, se secan y empaacan. Se consumen como especia particularmente en repostería y para dar sabor a las carnes. El eugenol que se extrae de los clavos, y que está acompañado de otros principios aromáticos, se utiliza en perfumería y en menor grado con fines medicinales.

JAMAICA, PIMIENTA DE JAMAICA, *Pimenta dioica* (*P. officinalis*)

Una de las pocas especias de origen americano es la pimienta de Jamaica, que crece silvestre en las Grandes Antillas y en el continente de México a Panamá (Fig. 32.12 A). *Pimenta dioica* es un árbol hermoso, notable por el aroma agradable que brota de todas sus partes. Alcanza hasta 20 m. de altura y la corteza grisácea o marrón se separa en capas como en el guayabo. Las hojas angostas, ovadas o elípticas, de 8 a 20 cm. de largo por 3 a 8 cm. de ancho, son agudas o acuminadas en el ápice, anchas en la base. El nervio central es muy prominente. El lado superior de la lámina es liso, verde oscuro; el inferior más claro y con puntos amarillentos, constituidos por las glándulas de aceite.

Las flores (Fig. 32.12 B) aparecen en panículas muy ramificadas; el cáliz está dividido en 4 sépalos; la corola en 4 pé-

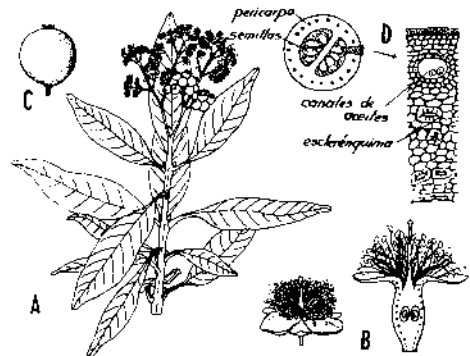


Fig. 32.12 *Pimenta dioica*, jamaica. A, rama con flor. B, flores. C, fruto. D, corte transversal del fruto.

talos blancos, de 5 mm. de largo; hay muchos estambres y 1 pistilo con ovario bilocular. Las flores son pues perfectas, pero existen casos que justifican el nombre de *dioica*. Hay árboles que tienen pocos estambres cuyo polen no germina; éstos son llamados femeninos y producen frutos. En cambio los árboles masculinos son estériles o casi estériles. Estos dos tipos difieren en la forma del hipantio, que es hundido alrededor del pistilo en los últimos y plano en los árboles fértiles.

El producto comercial es el fruto seco incluyendo las semillas (Fig. 32.12 C-D). El primero es una baya esférica u oblonga, de 6 a 8 mm. de diámetro, que lleva en el ápice los restos del cáliz y del pistilo. El pericarpo es delgado y el fruto se divide en dos cavidades por un tabique; cada celda contiene una semilla. Externamente el fruto presenta protuberancias finas que corresponden a las cavidades de aceite, situadas debajo de la epidermis. Estas cavidades se encuentran tanto en los tejidos externos del fruto como en las semillas. El aceite que contienen es parecido al del clavo, pero el aroma y sabor de la jamaica es diferente. Los primeros viajeros ingleses la llamaron allspice, por creer que contenía los sabores del clavo, nuez moscada y canela juntos.

En el mesocarpo, compuesto principalmente de parénquima en que son frecuentes los cristales y granos de almidón, hay masas o células aisladas de esclerenquima. El endocarpo está constituido por varias capas de células aplanadas.

La producción comercial está restringida a Jamaica. Las plantas de Centro América tienen frutos un poco más grandes, y se recogen ocasionalmente. En la isla citada hay pequeñas plantaciones hasta los 1000 m. de altura.

MALAGUETA, BAYRUM, *Pimenta racemosa (P. acris)*

Las hojas de este árbol de las Antillas se emplean para obtener un aceite esencial, que se usa en la fabricación de jabones y alcoholes perfumados. *P. racemosa* es un árbol bajo y compacto, de hojas elípticas, duras y brillantes, de 5 a 12 cm. de largo, y flores blancas de 5 sépalos y 5 pétalos. Los frutos son negros y esféricos, similares a los de la jamaica. El producto comercial son las hojas secas, que se exportan a Estados Unidos, donde se destila un aceite rico en eugenol. Las hojas de *P. dioica* también se utilizan con ese propósito.

PUNICACEAS

GRANADO, *Punica granatum*

El granado es un frutal (Fig. 32.13) de los subtropicos, originario de Asia Menor, que en América se cultiva por sus frutos en las tierras altas.

Se propaga corrientemente por estacas, y forma un arbusto muy ramificado. Las flores rojas o amarillas, tienen de 6 a 8 sépalos y pétalos y numerosos estambres. El ovario está unido al receptáculo floral, y termina en un estilo sencillo.

El fruto es una baya esférica u oblada, con el cáliz duro y persistente; está compuesto por varios grupos de carpelos separados por paredes delgadas, al principio axilares, pero que conforme crece el fruto se desplazan y en la maduración aparecen sobrepuestos y sin orden aparente. El tejido que envuelve las semillas, constituido por células enormes llenas de un líquido rojizo, es la parte comestible.

Se conocen muchos cultivares; algunos de ellos sólo se plantan como ornamentales.



Fig. 32.13. *Punica granatum*, granado.

REFERENCIAS

- ALMEIDA, C. P. de. Castanha do Pará. Rio de Janeiro, Ministerio de Agricultura, 1963. 86 p.
- CORDOBA, V., J. A. La guayaba. Agricultura Tropical (Colombia) 17:459-479. 1961.
- CHILDERS, N. F., ROBLES, P. S. y LOUSTALOT, A. J. Bay-oil production in Puerto Rico. Federal Experiment Station, Circular N° 30. 1948. 32 p.
- HOEHNE, F. C. Frutas indígenas. Sao Paulo, Instituto de Botánica, 1946. 88 p. (Instituto de Botánica. Publicação da Serie "D").
- MORTON, J. F. The jambolan (*Syzygium cumini* Skeels); its food, medicinal, ornamental and other uses. Florida State Horticultural Society Proceedings 76:328-338.
- OCHSE, J. J. y BRINK, R. C. VAN DEN. Fruits and fruit culture in the Dutch East Indies. Batavia, Kolf, 1931. 180 p.
- POPENOE, W. The jaboticaba. Journal of Heredity 5:318-326. 1914.
- RABECHAUULT, H. Sur l'anatomie du girofler, *Syzygium aromaticum* (L) Merrill et Perry. Agronomie Tropicale. 10(4):449-484. 1955.
- RAJA GOPALAN, S. Select references on guava (*Psidium guajava* Linn.). South India Horticulture 2:63-66. 1954.
- SOUBIHE, J. y GURGEL, J. T. A. Características das sementes de Myrtaceae frutíferas. Revist. de Agricultura (Piracicaba, Brasil) 27(3-4): 83-90. 1952.
- TIDBURY, G. E. The clove tree. London, Crosby-Lockwood, 1949. 212 p.
- WARD, J. F. Pimento. Kingston (Jamaica). The Government Printer, 1961. 20 p.

TEACEAS. CARIOCARIACEAS

33

TEACEAS

La familia de las Teáceas comprende árboles o arbustos de hojas alternas y simples. Las flores tienen las partes del perianto dispuestas en espiral, con numerosos estambres en varios verticilos. En algunas especies hay brácteas en las flores que no pueden diferenciarse claramente de los sépalos.

La especie comercial más importante en esta familia es el té. Las camelias y otros géneros incluyen plantas ornamentales muy apreciadas.

TE, *Camellia sinensis*

El uso del té como estimulante se debe a la presencia de cafeína en los brotes jóvenes, tallos y hojas, especialmente en las últimas, en las que llega a constituir hasta el 4 por ciento del peso seco. Los brotes nuevos contienen además cantidades apreciables de fenoles, y son éstos, y en grado insignificante la cafeína, los que determinan la calidad de la bebida.

Esta es un conjunto de propiedades difíciles de definir, como la riqueza, acidez, cuerpo, que son determinados por catadores profesionales. La mayoría de las marcas en el comercio son el resultado de mezclas de diferentes tipos, que se diferencian por su procedencia geográfica o su elaboración, y se distinguen en dos grupos: verde oscuro y verde claro.

El té se cultiva en las tierras altas tropicales de ambos continentes y en las regiones templadas. China es el país clásico del té, pero India produce las 3 cuartas partes del consumo. Japón, Formosa, el Sur de Rusia y ciertos países del Cercano Oriente son productores de importancia. La región oriental de Africa ha desarrollado en sus tierras altas una producción industrial avanzada. En América se cultiva especialmente en Brasil, Argentina y Perú.

El té es posiblemente la fuente de cafeína más antigua que ha domesticado el hombre. Se sabe que se utilizaba en China hace 3000 años y fue en ese país donde se desarrolló primero la elaboración de los brotes. Sin embargo, no fue sino hasta fines del siglo pasado que se inició la tecnología del beneficio, que es-

tá más adelantada que las fases agronómicas del cultivo.

Origen

El área de origen del té es evidentemente el Suroeste de Asia, pero existen dos factores que oscurecen su determinación exacta. Primero, no se conoce con seguridad que hayan plantas silvestres de té; las así llamadas son escapadas del cultivo o restos de plantaciones. Segundo, la antigüedad del cultivo y las características biológicas de la planta, en particular su alta autoincompatibilidad, se unen para determinar una variación tan amplia que ha permitido que la especie ocupe regiones ecológicas muy diferentes. En cuál de estas áreas tuvo origen, es un problema sin solución al presente. Algunos autores suponen que los tés chinos se originaron en Tibet, y que en Asam (India) se desarrolló un centro secundario de tipos recesivos. En las áreas montañosas del Noreste de Asia existen otras especies del mismo género afines al té, y algunos autores sostienen que por lo menos otra especie de *Camellia* pudo haber contribuido a la formación de *C. sinensis*.

Sistemática

En la actualidad se admite que el té es una sola especie, *Camellia sinensis*. Los nombres *Thea sinensis*, *Camellia theifera*, *Thea assamica* y otros, son sinónimos inválidos.

Como en otras plantas de cultivo antiguo en el té hay poblaciones o cultivares de características muy diferentes. Estas poblaciones cuando están determinadas por su origen geográfico se llaman "yats". Todas ellas son de naturaleza híbrida; sin embargo, es de esperar que en una distribución geográfica tan amplia como la que presenta el té, y bajo una presión selectiva tan intensa por parte del hombre, se hayan desarrollado ciertos grupos con características más defi-

nidas, como respuesta a condiciones de ambiente y cultivo. Así desde el siglo pasado se han distinguido los tés de China, subtropicales, de los tropicales o de Asam. Estos dos grupos forman los extremos de una serie que no parece tener interrupción. Los primeros son plantas bajas, de hojas pequeñas, de alta resistencia al frío y a la sequía. Los segundos, verdaderos árboles, con hojas grandes y más suaves. Aparentemente no existen barreras de cruzamiento entre los dos grupos y se ha notado que caracteres atribuidos a sólo uno de ellos a menudo aparecen en las progenies del otro.

La agrupación de las poblaciones de té en unidades sistemáticas ha llevado a la creación de subespecies o grupos de variedades. Una clasificación distingue cuatro grupos: chino, de China y Japón; macrophylla, del Oeste de China; shan, de Burma, Tonkin y Asam; manipur, del Sur de India. Según otro concepto, más reciente, las poblaciones de té se dividen sólo en los dos grupos citados primero: chino y asámico; un tercero, cambodge, poco conocido, es admitido por algunos autores. El asámico puede dividirse en tipos de hojas claras del Norte de India, 'Lushar', por ejemplo, y otros de hojas oscuras, como 'Manipur', del Sur de India. Los grupos o cultivares híbridos se originan de cruces entre tipos chinos y asámicos o entre los asámicos de hojas claras y oscuras. Es de observar que en los grupos extremos, chino y asámico, la autofertilidad es más alta conforme es más puro el grupo.

Morfología general

El té es una especie muy polimorfa. Pueden tomarse como extremos los cultivares de China, de plantas bajas, de 2 a 3 m. de altura, con hojas pequeñas y verde oscuras, y por otra parte los cultivares de India, que son verdaderos árboles hasta de 20 m. de altura, muy ramificados y de hojas grandes y suaves. Los cultivares sembrados en los trópicos

pertenecen a este último grupo o a grupos intermedios.

Sistema radical

El sistema radical del té se compone de una raíz pivotante, ramificada en secundarias y terciarias. El desarrollo del sistema radical depende de las condiciones del terreno, en particular del nivel freático y del método de siembra. En la propagación clonal, por ejemplo, no hay raíz pivotante. En los suelos de alta humedad como en Asam, las raíces tienden a concentrarse en las partes superiores del suelo. En las áreas más secas de África penetran 6 m. y más hasta niveles rocosos. La mayoría de las raíces alimentadoras se hallan a una profundidad mínima de 1 m. Una característica de interés es la presencia constante de micorrizas en las raicillas.

Tallo y ramificación

En los tés asámicos el tallo central se ramifica desde la base y el arbusto es de apariencia muy irregular. En la planta hay dos clases de brotes: unos son vegetativos, provenientes de yemas situadas en las ramas leñosas, de crecimiento esporádico, no estacional. Otros son floríferos y están constituidos por tejidos suaves, y se desarrollan periódicamente de los primeros. El producto comercial son los brotes jóvenes de los segundos, constituidos por trozos de tallos, con 3, 2 ó 1 hojas abiertas y la yema terminal.

La forma natural de la planta es afectada profundamente en el cultivo. Como el objeto principal de este es producir el mayor número de brotes tiernos, se han desarrollado diferentes sistemas de poda destinados a formar una planta con muchas ramas basales (Fig. 33.1 A). En Ceilán por ejemplo, se hace la poda de estas ramas a los 3 ó 4 años, cortándolas al mismo nivel, a unos 40 a 60 cm. del suelo. Con esto se forma una armazón compuesta por ramas gruesas y permanentes. De esta armazón y de yemas la-

tentes en la madera vieja que son estimuladas a crecer por la poda, salen brotes vegetativos que por ser de crecimiento continuo se han llamado brotes aperiódicos. Cuando éstos se han levantado sobre el nivel de la poda, se recortan arriba de su segunda hoja basal. Es de estas ramillas de donde salen los brotes floríferos, que no alcanzan un desarrollo completo, pues son cortados para obtener el té del comercio.

Los brotes floríferos o ramillas productoras, son de crecimiento periódico. Hasta donde se conoce este ritmo no es afectado esencialmente por la poda o el recorte. La planta produce esos brotes continuamente durante la estación, y la recolección de ellos se hace a mano o a máquina, cada 9 ó 10 días, según el sistema establecido en la plantación.

El brote utilizable del té (Fig. 33.1 B) es una ramilla tierna, que en la recolección se corta con 2, 3 y a veces 4 hojas abiertas y la yema terminal, dejando una hoja inferior. En la axila de ésta hay una yema, que se desarrolla en una ramilla secundaria al ser cortada la primera, y se pueden desarrollar también terciarias y aun cuaternarias. Conforme pasan las cosechas la superficie de recolección se eleva de su nivel original y cuando alcanza a 1 m. o 1,25 m. del suelo se aplica de nuevo la poda.

Las hojas están arrolladas en la yema una sobre otra; en este estado se distinguen claramente la lámina y un pequeño apéndice en el ápice. Al abrirse la hoja este apéndice se torna de color negro y cae, dejando una pequeña incisión que es visible en la punta de la hoja madura. Las primeras hojas que se abren en la ramilla florífera son catafilos o escamiformes. Las hojas siguientes, pequeñas, redondeadas al ápice, no aserradas, caen después de varias semanas; se las llama "fish leaves" o "yanan", y son las que marcan el extremo inferior a que se debe cortar la ramilla. Finalmente se desarrollan las hojas normales, aserradas, con nervios bien desarrollados, de larga duración.

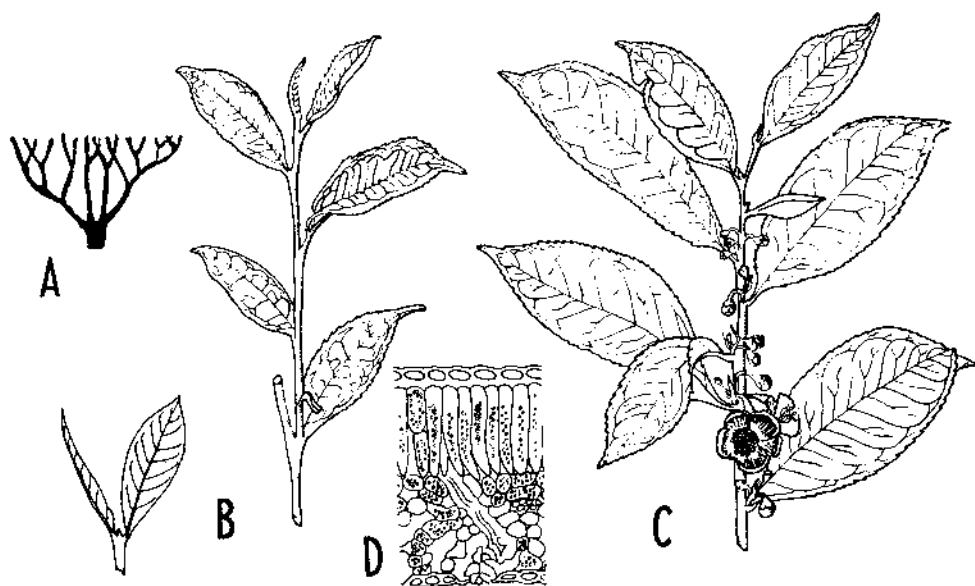


Fig. 33.1. *Camellia sinensis*, t . A, esquema de una planta podada. B, ramillas utilizables. C, rama florifera. D, corte transversal de la hoja.

Cuando la última hoja se abre, la yema terminal o "bany", permanece inactiva por un período de 50 a 60 días. Comienza entonces la segunda etapa del nuevo crecimiento con la elongación del brote e igual que en la anterior el desarrollo sucesivo de hojas de diferentes formas y duración. También en esta segunda etapa puede brotar una ramilla lateral de una yema situada en la axila de una de las hojas inferiores.

Hojas

Las hojas de t  (Fig. 33.1 C) en la madurez son coriáceas, elípticas, de 10 a 20 cm. de largo por 4 a 9 cm. de ancho en los cultivares asámicos, de 8 a 13 cm. de largo por 2 a 4 cm. de ancho en los chinos. La cara superior es muy oscura, verde brillante, lisa; la inferior más clara, con pubescencia hacia el ápice, especialmente en las hojas jóvenes. La base de la lámina es algo decurrente en el peciolo, aguda u obtusa. El ápice está bien desarrollado, es agudo y curvo en las hojas tiernas, con una incisión donde estaba el

apéndice. La nervadura es bien marcada, sobre todo en los tipos asámicos y termina en una proliferación de nervios finos antes de llegar al borde de la hoja.

En las hojas normales el borde es aserrado. Los dientes son finos y curvos y a veces presentan exudaciones en forma de hilos cristalinos y mucilaginosos.

La estructura de la hoja es simple (Fig. 33.1 D). La epidermis superior, formada por células isodiamétricas, está cubierta por una cutícula fuerte. El mesofilo se forma normalmente de una capa de células en empalizada, aunque en ciertos casos pueden haber 2   3 estratos; las células que los componen son largas y llenas de cloroplastos. El resto del mesofilo se compone de 10 a 12 capas de parénquima esponjoso, en el que hay muchos espacios aéreos. Los taninos son abundantes en las células del mesofilo, especialmente hacia la epidermis. Hay también canales de resina, formados por células irregulares y de paredes gruesas. En el parénquima esponjoso son frecuentes los cristales de oxalato de calcio, y particularmente esclereidas, que a veces penetran hasta el parénquima en empalizada y son

mucho más frecuentes en los cultivares asámicos. En la epidermis inferior hay muchos estomas, unos 180 por mm²; en las hojas jóvenes de ciertos tipos crecen pelos unicelulares como prolongaciones de la epidermis, que por su alto contenido en fenoles son determinantes de la calidad de la hoja.

El pecíolo mide unos 4 mm. de largo; es plano en la parte superior y convexo en la inferior. Está formado por tejidos de colénquima; al centro, rodeado por parénquima, se halla el haz vascular.

Floración

La aparición de las flores está determinada por las etapas de desarrollo de los brotes foliares. En la primera etapa no hay flores. Es después del primer período de descanso, o sea cuando se inicia la segunda etapa de crecimiento de la ramilla, cuando aparecen los primordios florales en las axilas de las hojas inferiores de forma normal, en el crecimiento correspondiente a la primera etapa. En las axilas de las hojas superiores normales, sólo se forman yemas florales hasta después del segundo período de descanso. La antesis o apertura de las primeras flores, ocurre hasta que la ramilla está en su tercera etapa de desarrollo, unos 4 meses después de formados los primordios florales. Las flores que se forman en la segunda y tercera etapa de crecimiento se abren en la cuarta etapa, mientras que las flores que se forman en ésta no se abren sino en la primera etapa de la estación siguiente.

Puede observarse entonces que hay considerables diferencias de tiempo entre floraciones. Sin embargo, los frutos de una estación maduran casi todos al mismo tiempo.

Las flores pueden aparecer solitarias o en grupos (Fig. 33.1 C). A veces se desarrolla una ramilla corta, en la axila de la hoja, con catafilos caedizos y varias flores, generalmente 2 ó 3. En ciertos casos una ramilla aparentemente terminal, tiene varias flores, pero se puede observar

que siempre hay al ápice una yema vegetativa.

Flor

El botón floral es esférico, con sus partes imbricadas; está colocado sobre un pedúnculo en general curvo, de 1 cm. de largo. La flor abierta (Fig. 33.2 A) mide unos 3 cm. de diámetro, y está formada por 5 a 6 sépalos verduscos y cóncavos, de 4 a 5 mm. de largo. En la corola hay de 5 a 7 pétalos blancos, de 14 a 18 mm. de largo, muy recurvados hacia adentro en los bordes. Las partes reproductoras están colocadas sobre una base o hipantio. Los estambres son muy numerosos (Fig. 33.2 B), desde 150 hasta 220, según el clon; miden de 5 a 10 mm. de largo, son blancuzcos, con anteras rectas y anaranjadas. El pistilo tiene de 3 a 4 carpelos y termina en un estilo blanco, trifido al ápice.

Biología floral

Cuando el estigma está receptivo y la flor se abre, las anteras no han iniciado aún el desprendimiento de polen. Sin embargo, hay cultivares, tanto chinos como asámicos, que son autofértiles.

El tipo de polinización descrito permite hacer cruces fácilmente. La corola y los estambres se remueven antes de que se abra la flor y se aplica sobre el estigma polen fresco recogido de otras flores. Por lo general se cubren las flores polinizadas con sacos de papel; el número de ellas que llegan a dar fruto es bajo.

Fruto y semilla

El fruto del té es una cápsula coriácea, de color café oscuro, dehiscente, con 1 a 3 celdas, con 1 semilla en cada una (Fig. 33.2 C). La pared del fruto se separa pronto de las semillas. En una misma planta hay una gran variación en la for-

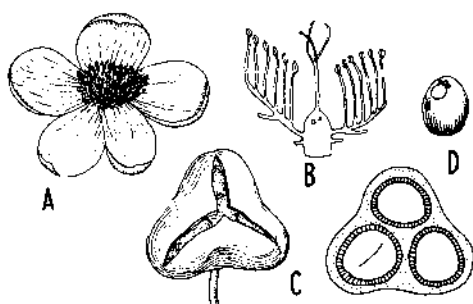


Fig. 33.2. *Camellia sinensis*, té. A, flor. B, disposición de los estambres. C, fruto. D, semilla.

ma de los frutos, desde casi esféricos cuando sólo se forma una semilla, hasta piramidales cuando las 3 semillas se han desarrollado.

Los frutos caen con mucha frecuencia antes de que maduren. Unas tres semanas después de la antesis, se desprenden los ovarios no fecundados. Luego se presentan dos caídas de frutos jóvenes que coinciden con la primera y segunda etapas de crecimiento de las ramillas florales. Hay diferencias clonales en la capacidad de retención de los frutos, que parece ser un carácter de origen maternal en los híbridos.

La semilla (Fig. 33.2 D) se compone de dos cotiledones grandes, rodeados por un integumento papiráceo y una testa dura que se separa en la madurez.

Selección

Dos métodos se han aplicado en la selección del té, especialmente en Indonesia, India y Ceilán. En un principio se hizo selección masal para escoger tipos que representaran "yats" más o menos uniformes o de alto rendimiento de tipo asámico. Esa selección, iniciada a fines del siglo pasado era muy difícil debido a la heterogeneidad de las poblaciones. En India especialmente, se presentaba en forma más marcada, debido a que los té en que se basaron los primeros cultivos eran originarios de China. Luego éstos se fueron abandonando conforme se en-

contraban tipos autóctonos en Asam y Manipur. Pero la heterogeneidad, las dificultades de obtener buena semilla y particularmente lo costoso e inseguro del proceso, no llevaron a los resultados que se esperaban. Se estima por ejemplo que las posibilidades de obtener una planta superior son de 1 en 40.000 y la prueba de progenies toma más de 15 años. Sin embargo, se establecieron jardines de semillas y en algunos de ellos se logró multiplicar tipos superiores. El otro sistema de selección se basa en la escogencia de clones e híbridos. En India se establecen clones, llamados generatrices, de tipo superior, que se cruzan para obtener híbridos que luego se propagan clonalmente y se denominan clones vegetativos. Se ha utilizado también semilla híbrida, obtenida sin polinización artificial, entre clones de buena compatibilidad.

En Ceilán, Africa Oriental y el Sur de India, se han escogido clones de poblaciones locales. En Ceilán se determina en el campo una planta superior por su rendimiento in situ comparada con las plantas vecinas, a fin de eliminar los efectos de fertilidad del suelo. Luego se propaga por estacas de un entrenudo y se comprueba su capacidad de enraizamiento.

Se conoce muy poco de la constitución genética del té. Entre los conceptos más corrientes, pero que son aceptados por la generalidad de los investigadores están los siguientes: en el té asámico la pubescencia de los brotes está asociada con calidad, y la presencia de pelos en las hojas y yemas es un carácter recesivo. La pubescencia parece no estar asociada con el color y forma de la hoja. Sí parece existir correlación entre ella y el bajo número de tallos y el escaso desarrollo de ramas laterales. Estas relaciones aún no han sido comprobadas del todo. En India se ha establecido el índice de floema, que asume que la calidad está en relación directa con el número de células con oxalato de calcio en el floema del pecíolo. También se conoce que el tamaño y peso de la semilla están en relación directa con el volumen de la planta.

CARIOCARIACEAS

Esta pequeña familia de árboles de la cuenca del Amazonas es notable por contener varias especies productoras de nueces y aceites.

Los árboles del género *Caryocar* (Fig. 33.3) crecen de preferencia en sitios altos y bien drenados y alcanzan de 20 a 30 m. de altura. Las hojas son trifolioladas. Las flores aparecen en racimos terminales; tienen 5 sépalos y 5 pétalos amarillentos, más de 200 estambres y por lo común 4 pistilos. La antesis ocurre generalmente por la noche y es de poca duración. Los frutos de *Caryocar* son drupas, con 1 a 4 semillas, cuyo pericarpo es rico en aceites. Las semillas se consumen tostadas, como nueces, y de algunas de ellas se extraen aceites.

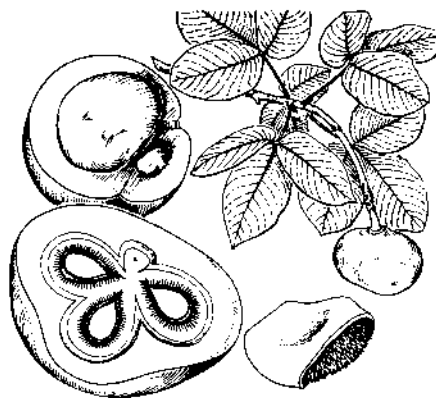


Fig. 33.3. *Caryocar* spp. souari.

PEQUI, *C. brasiliense*

Árbol bajo, muy ramificado, con los folíolos de bordes dentados y ondulados. Los frutos de 6 a 9 cm. de diámetro, se forman de 4 ó 3 rebordes anchos que corresponden a otras tantas semillas. El mesocarpo es harinoso, rico en aceites

aromáticos, comestible y se emplea localmente en la preparación de licores. Las semillas tienen la testa con espinas, que penetran en el mesocarpo. Están formadas principalmente por el eje muy desarrollado del embrión; son ricas en aceites y se conocen en el comercio con el nombre de almendras de Brasil.

PEQUIA, *C. villosum*

Sus frutos contienen en el mesocarpo aceites finos y las semillas son también ricas en grasas; se ha comenzado a plantar comercialmente en Malaya como oleaginosa.

ALMENDRON, *C. amygdaliferum*, *C. nuciferum*

Dan las nueces de souari; son árboles altos de las selvas de Colombia, Perú y Brasil, de frutos grandes, de 10 a 15 cm. de diámetro.

REFERENCIAS

- BALD, C. Indian tea. 6th. ed. rev. and brought up-to-date by C. J. Harison, Calcutta, Thacker, Spink, 1953. 431 p.
- BARUA, D. N. y WIGHT, W. Shoot production in cultivated tea. I. Apical activity and radial growth. *Phytomorphology* 9:242-250. 1959.
- BARUA, P. K. Classification of the tea plant. *Newsletter Tocklai Experiment Station* 10(3): 3-11. 1963.
- BOND, T. E. T. Studies on the vegetative growth and anatomy of the tea plant (*Camellia thea* Link) with special reference to the phloem. I. The flush shoot. *Annals of Botany* 6:607-629. 1942.

- _____. Studies on the vegetative growth and anatomy of the tea plant (*Camellia thea* Link) with special reference to the phloem. II. Further analysis of flushing behaviour. *Annals of Botany* 9:183-215. 1945.
- EDEN, T. Tea. 2nd. ed. London, Longmans, 1965. 205 p.
- HARLER, C. R. The culture and marketing of tea. 3rd. ed. London, Oxford University Press, 1964. 262 p.
- HOEHNE, F. C. Frutas indígenas. Sao Paulo, Instituto de Botánica, 1946. 88 p. (Instituto de Botánica. Publicação da Serie "D").
- JONG, J. K. DE. Bijdragen tot de anatomie van de theeplant. I-IV. *Bergcultures* N° 39:1030-1032; no. 40:1057-1058. no. 47:1261-1263; no 53:1447-1449. 1932.
- LANE, E. V. Piqui-á. Potential source of vegetable oil for an oil-starving world. *Economic Botany* 11(3):187-207. 1957.
- WELLENSIEK, S. J. Bloembioogie en kruisings-technick bij thee. *Archives voor Theecultuur* 12:127-140. 1938.

CACTACEAS. CARICACEAS. CUCURBITACEAS. PASIFLORACEAS.

34

CACTACEAS

Las Cactáceas constituyen una de las familias más diferentes por la estructura de la parte vegetativa. Por lo general carecen de hojas, y las funciones de éstas son realizadas por tallos transformados, verdes y suculentos. Estas estructuras, llamadas pencas, se utilizan como forraje en los trópicos secos. Hay varias especies que se cultivan por sus frutos carnosos y dulces.

Los dos centros principales de distribución de las Cactáceas están en áreas secas situadas al extremo de los trópicos: la Meseta Central de México, y los Andes del Perú y Bolivia. De ellas se extienden bien adentro de las zonas templadas. En estado nativo hay unas pocas especies en Africa y algunas cactáceas americanas se han introducido y naturalizado en Australia y en el Sur de Europa.

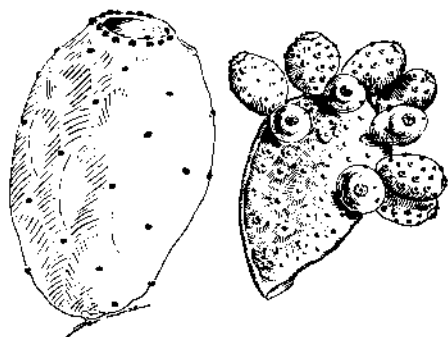
TUNA, NOPAL, *Opuntia* spp.

Las tunas se utilizan tanto por los tallos suculentos como por los frutos (Fig. 34.1), son nativas del centro de México, y una especie *O. ficus-indica*, es de amplio cultivo en América y en Europa. Las tunas son plantas arbóreas, de tronco aplanado y muy ramificado. Las ramas o pencas planas y ovals tienen hojas pequeñas en las primeras etapas, que se caen pronto. En su superficie aparecen en cambio prominencias cónicas, cuyo ápice truncado es ocupado por una areola, de la que brotan espinas largas o pelos cortos, llamados gloquidios. En las tunas forrajeras, estos dos órganos son muy escasos o faltan por completo.

La estructura del tallo o penca en *Opuntia* revela su adaptación a ambientes

secos. La epidermis es muy gruesa, con cutícula dura y estomas hundidos. Debajo de ella hay una serie de capas de colénquima, seguidas de parénquima que contienen cloroplastos que dan el color verde al tallo. Los tejidos corticales y el floema están muy desarrollados y contienen agua, mucilagos y sustancias nutritivas. El xilema es duro en los tallos viejos, de la forma de la penca o tronco; al centro hay una médula amplia, que constituye también un tejido de reserva.

Las flores nacen solitarias; las piezas del perianto son numerosas y se pasa en ellas insensiblemente desde las externas verdes y semejantes a hojas, a las internas, petaloides, coloreadas y suaves. Hay muchos estambres que salen de la base de los pétalos internos y se unen formando un tubo. El ovario es ínfero, con muchos

Fig. 34.1. *Opuntia* spp.

óvulos; el estilo ancho en la base se abre en el ápice en 2 ó 3 ramas estigmáticas. Las flores son proterandras y se abren de día.

Los frutos son bayas elipsoidales, amarillas o rojas, según la variedad, hasta de 15 cm. de largo, en cuya superficie se encuentran areolas con espinas muy finas, que deben cortarse o removerse antes de comer la fruta. La pulpa es delgada y se deriva de la pared del ovario; el centro está relleno de una masa gelatinosa, verdusca, en que hay numerosas semillas cubiertas por tejidos duros.

Las tunas presentan mucha variabilidad y se hibridizan con facilidad. Se conocen mutantes sin espinas y en México se han hallado otras con frutos sin semillas.

PITAYA, *Cereus* spp. (*Hylocereus*, *Lemaireocereus*, *Acanthocereus*)

Las pitayas viven en ambientes más tropicales que las tunas. Son plantas decumbentes o trepadoras con tallos o pencas continuas, no articuladas como en *Opuntia*, formadas por un eje central cilíndrico del que salen 3 alas gruesas que forman la mayor parte del tallo. Las areolas se encuentran especialmente en los bordes de las alas, con pocas espinas fuertes, que en ciertas especies faltan del todo.

La estructura general de la flor es semejante a las de *Opuntia*; las piezas perianticas son más alargadas, de color violeta, rosado o blanco. El tubo en que se insertan es largo, de 10 a 20 cm., con protuberancias de las que salen espinas suaves en algunas especies. Hay numerosos estambres y el pistilo muy largo termina en un estigma esférico. Las flores se abren de noche.

El fruto es ovoide, de 5 a 10 cm. de largo, con la superficie cubierta por protuberancias que en algunas especies llevan espinas. El color externo es rojo o purpúreo. Internamente se forma tanto de las paredes del ovario que son carnosas, como de los funículos succulentos. Esta parte interna es de color violáceo, brillante, azucarada y envuelve muchas semillas negras.

GUAMACHO, GROSELLA DE FLORIDA, *Pereskia* spp.

Las *Pereskias* (Fig. 34.2) tienen a diferencia de las otras Cactáceas, hojas planas, bien desarrolladas, y troncos regularmente ramificados con muchas espinas.

En los países que bordean el Caribe los frutos de algunas *Pereskias* se consumen crudos o en dulces. Son bayas esféricas de 1 a 3 cm. de diámetro, verdes al principio, amarillos en la madurez, que tienen en la superficie numerosas brácteas que parecen hojas, las cuales se desprenden al madurar el fruto.

Fig. 34.2. *Pereskia* sp.

CARICACEAS

PAPAYA, *Carica papaya*

El género *Carica* contiene varias especies frutales, todas americanas, que crecen tanto en las tierras bajas como en las altas cordilleras. La papaya, *Carica papaya*, es la más conocida; es una planta de importancia excepcional en los trópicos, por su alto rendimiento y valor nutritivo, y por ser uno de los pocos frutales de producción continua durante todo el año. Es además fuente de un producto industrial, la papaína, utilizada en varias formas, principalmente en la industria de la carne y de la cerveza.

Origen

No se conocen papayas en estado verdaderamente silvestre. Formas primitivas, de frutos pequeños, se encuentran en Centro América; en esa área se halla también una especie afín, *C. peltata*. Por la escasa información histórica puede deducirse que la zona citada es el área de origen más probable de la papaya. De ella se expandió poco antes de la conquista hacia Sur América, y a las Antillas fue introducida del continente por los primeros conquistadores españoles. En Brasil mucha de su expansión ocurrió después de la llegada de los Portugueses. Como es usual en estos casos, el cultivo de la papaya es más importante en áreas extramericanas: Hawaíi, Australia (Queensland), Africa del Sur.

Morfología general

La papaya es una hierba gigantesca, que alcanza hasta 8 ó 10 m. de altura. Se forma de un eje central o vástago que lleva al final un penacho de hojas enormes. El tronco por lo general no se ramifica y su punto apical crece continuamente, alargando el tallo y formando nuevas hojas. Cuando el punto apical se destru-

ye aparecen ramificaciones laterales, que también son corrientes en las plantas viejas. El vástago es delgado, cilíndrico, excepto en la parte inferior en que puede ser ligeramente prismático, con abundantes cicatrices de las hojas. No contiene madera (xilema) en cantidad apreciable para considerar a la papaya como especie arbórea.

El sistema radical se compone de unas pocas raíces grandes, tuberosas, provistas de muchas raicillas alimentadoras.

Tallo

La estructura del tallo de la papaya es muy peculiar. El vástago es un cilindro hueco, con una amplia cavidad central, la cual en las partes jóvenes está dividida por tabiques transversales que desaparecen conforme envejece el tronco. En una sección nueva de éste, (Fig. 34.3 A) la epidermis permanece activa; debajo de ella hay una banda gruesa de colénquima, seguida por la primera banda de esclerénquima, angosta y que en corte transversal aparece formada por cuñas de fibras que alternan con bloques de parénquima. Los dos tejidos, el colénquima y la primera banda de esclerénquima, van reduciéndose conforme avanza la edad del tronco, y en las partes viejas no se advierten del todo.

En una sección vieja del vástago (Fig. 34.3 B) la epidermis está reemplazada por tejidos corchosos, delgados y grisáceos. Debajo de ellos está la zona cortical, compuesta de parénquima cargado de cloroplastos, lo que da un color verde a esta parte del tronco. En ella hay también células que contienen grandes cristales de oxalato de calcio, que aparecen como esferitas cubiertas de puntas. En la región cortical, como en todas las otras partes de la planta hay abundantes canales de látex, de los que sale un líquido pegajoso, blanco o transparente. En la papaya, al contrario de lo que sucede en otras plantas, el látex es vivo, contiene muchos nú-

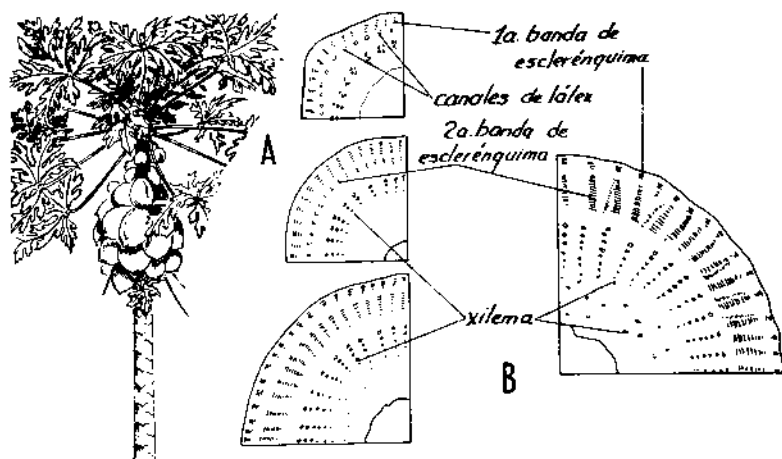


Fig. 34.3. *Carica papaya*, papaya. A, corte del tallo joven. B, corte del tallo viejo.

cleos celulares y su protoplasma es biológicamente activo. Contiene una pepsina, la papaína, que se obtiene principalmente sangrando las frutas jóvenes.

En el corte transversal del vástago viejo se encuentra después de la primera banda de esclerenquima una zona de parénquima, que la separa de la segunda banda de esclerenquima. Esta última constituye el órgano de sostén más importante del tallo. Es una red formada por cordones gruesos de fibras, entre los cuales hay masas de parénquima. En corte transversal aparece como una banda en la que alternan cuñas trapezoidales de fibras, con la base más ancha hacia adentro, y bloques de relleno de parénquima. En un corte tangencial del tronco se puede observar como la red de fibras es más compacta en las partes nuevas, y cómo los cordones se separan conforme se va haciendo más ancho el tronco. Hacia la base, en un vástago viejo, las bandas de fibras son duras como madera, miden hasta 1 mm. de grueso, y dejan entre ellas espacios rombicos ocupados por parénquima seco. Es la segunda banda de esclerenquima la que se ensancha para permitir el desarrollo del tronco. Su papel en el sostén de la planta es muy importante, aunque se supone que contribuye más a ello la turgencia de todas las células del tronco.

La expansión del vástago de la papaya puede verse también en la forma de las

cicatrices de las hojas, que se hacen cada vez más anchas en sentido horizontal conforme se amplía el tronco.

Después de la segunda banda de esclerenquima hay un área estrecha de floema. En el tallo adulto no existe una formación definida de cambium y el vástago engruesa más por la expansión de las células que por la actividad del cambium. El xilema es mucho más ancho que el floema, y se compone de filas angostas de vasos, separados por bandas anchas de parénquima.

Los radios medulares constituyen una estructura importante en el vástago de la papaya. Corren sin interrupción desde la zona cortical hasta la médula, ampliándose en forma de cuñas con la parte más ancha hacia el exterior. El centro del vástago está relleno de parénquima en las partes jóvenes; conforme se descende en el tronco el parénquima se va reduciendo a tabiques transversales muy delgados y por último desaparece.

Hojas

El follaje consiste en una corona compacta de hojas grandes en la parte terminal del tronco y las ramas. Las hojas nuevas se desarrollan continuamente y las viejas se secan y caen. El peciolo recto o ligeramente curvado hacia arriba en el ex-

tremo apical, mide de 40 a 120 cm. de largo. Es piramidal en la base, al centro aplanado o hundido en el lado superior, convexo en el inferior. La coloración varía de verde a rojiza o morada. En su estructura interna se observa una epidermis unicelular, seguida de una banda de colénquima, y de haces aislados de esclerénquima. El floema está muy desarrollado, y forma masas radiales junto a las que se hallan los canales de látex. El xilema se forma de filas aisladas de vasos, rodeados de parénquima. Hay parénquima medular que rodea como en el tronco, el centro vacío del pecíolo.

La lámina de forma general palmeada, está profundamente dividida en 7 a 11 grandes lobos cada uno con un nervio central, que a su vez se dividen en lóbulos de forma y tamaño muy variables. La lámina es verde oscuro arriba, con los nervios amarillentos y hundidos; más clara y con los nervios prominentes en el lado inferior.

La hoja es rica en canales laticíferos y cristales de oxalato de calcio. Contiene papaína como la fruta y desde tiempos inmemoriales los indios las usaban para suavizar carnes que envolvían en ellas. Además contiene carpaína, un alcaloide venenoso cuando se halla en cierta cantidad.

Flores

Las flores de la papaya aparecen en racimos axilares de una a muchas flores. Pueden ser unisexuales o hermafroditas y sus tipos y otras características han determinado la separación de varias clases de plantas. Estas pueden reducirse a tres principales:

1. femeninas con flores solamente pistiladas;
2. hermafroditas, llamadas a veces monoicas o andromonoicas, con flores estaminadas y pistiladas en la misma inflorescencia;
3. machos o androicas, de flores sólo estaminadas (Fig. 34.4).

Plantas femeninas. Tipo 1. Se caracterizan por tener racimos muy cortos de 5 ó menos flores, todas pistiladas, de las cuales por lo común sólo una se desarrolla en fruto. Es un tipo estable, determinado por factores recesivos, que no es afectado en su expresión sexual por las condiciones ambientales.

Las flores tienen el cáliz corto, de 5 dientes. Los 5 pétalos blancos son completamente libres. No hay estambres. El pistilo está constituido por un ovario elipsoidal, liso, formado por 5 carpelos unidos; el estigma es grande y muy recortado.

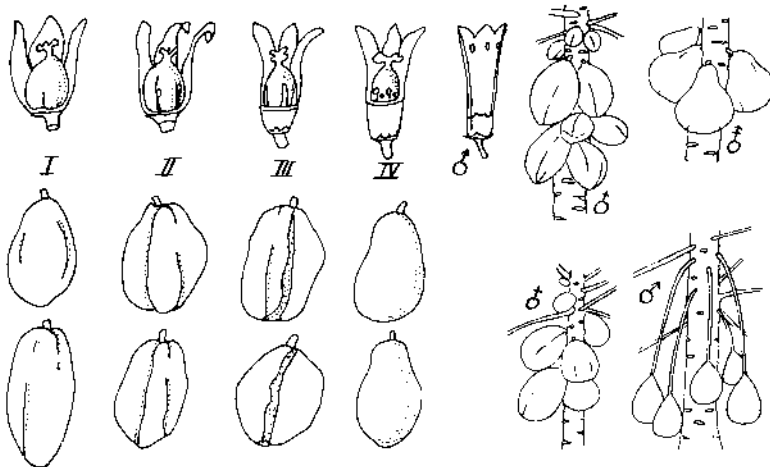


Fig. 34.4. *Carica papaya*, papaya. Flores. Frutos y porte de los diferentes tipos sexuales.

Los frutos son esféricos a obovoides, con 5 cicatrices en la base correspondientes a los pétalos; en corte transversal aparecen de forma circular o ligeramente pentagonal.

Este tipo de planta, que anormalmente puede tener estambres no funcionales, depende del polen de otras para su fertilización.

Plantas andromonoicas o hermafroditas. Se caracterizan por tener los pedúnculos de la inflorescencia medianos, de 6 a 12 cm. de largo, con menos de 15 flores, la mayoría de ellas bisexuales, que pertenecen a varios tipos llamados II, III y IV.

El tipo II, "pentandrias", se caracteriza por corola de 5 pétalos casi libres, pues sólo se unen en la base. Hay 5 estambres fértiles alternos con los pétalos, de filamentos largos y gruesos, colocados en 5 hendiduras del pistilo. Este es elipsoidal, pero con los 5 surcos formados por los estambres bien marcados; los estigmas menos desarrollados que en las flores pistiladas. Los frutos son esféricos a ovoides, a menudo de forma irregular, con 5 surcos bien marcados.

Tipo III, llamado "carpeloidea" o "intermedia", se caracteriza por los pétalos soldados en longitud variable y muy retorcidos. Hay de 5 a 10 estambres, en el último caso 5 son por lo común más largos. Los estambres están dispuestos en forma irregular al final del tubo de la corola y algunas veces crecen adheridos al pistilo. El pistilo es irregular, con 5 a 10 carpelos. El fruto es de forma general obovoide, pero con frecuencia deforme por la presencia de surcos irregulares, que resultan del desarrollo de estambres carpeloides, adheridos al ovario. La fruta no tiene valor comercial.

Tipo IV, "elongata", es el más común en las andromonoicas. Los pétalos están unidos en más de un tercio, formando en la parte inferior un tubo que se divide arriba en 5 lobos. Hay 10 estambres situados al final del tubo de la corola en 2 series de 5; los primeros casi sésiles y

opuestos a los pétalos; los segundos con filamento corto, salen del borde de los pétalos. El pistilo tiene el ovario alargado. Los frutos son cilíndricos, elipsoidales o piriformes.

El tipo IV+ es una variación del anterior; hay 10 estambres pero el pistilo está reducido a un ovario rudimentario. Es una forma estacional, de verano, que al presentarse en plantas que tienen flores del tipo IV, determina en ellas zonas del tronco que no producen frutos.

Las formas hermafroditas son muchas y presentan variaciones estacionales muy interesantes. Además del caso anterior se conocen otros; por ejemplo, una planta puede tener la mayoría de sus flores del tipo IV, con pocas del II y III; si la temperatura baja estas últimas predominan, lo que determina que en una misma planta hayan frutos de varias formas.

Plantas machos o androicas. Se caracterizan por tener las inflorescencias en pedúnculos largos, con muchas flores. Normalmente sólo tienen flores estaminadas, pero a veces aparecen algunas flores hermafroditas, tipos II, III y IV, que llegan a formar frutos pequeños. Esto parece ocurrir con más frecuencia en los meses fríos o en lugares altos. Las flores estaminadas son delgadas y largas, con el tubo muy elongado y 5 pétalos cortos. Hay 10 estambres situados como en las flores del tipo IV.

La herencia de las características sexuales en la papaya se explica asumiendo que es determinada por un gene con 3 alelos; M_1 , estaminado; M_2 , hermafrodita; m, pistilado. De las combinaciones posibles en caso de cruces se obtienen: mm, pistiladas (femeninas); M_2m , hermafroditas; M_1m , estaminadas (masculinas). Las otras 3 combinaciones: M_1M_1 , M_1M_2 y M_2M_2 no se presentan en la naturaleza por ser letales.

Además de los factores hereditarios citados debe considerarse también la influencia del ambiente. Como se indicó antes las variaciones estacionales o de altitud, pueden influir en cambio de sexo en ciertos tipos de plantas.

Fruto

La forma y tamaño del fruto dependen del tipo de flor de que se origina. En forma pueden variar desde completamente esféricos hasta casi cilíndricos; y en peso desde 1 libra, como en el cultivar comercial 'Solo', hasta 5 a 10 libras en algunas líneas procedentes de flores pistiladas. Por lo común muestran 5 lados más o menos planos, que corresponden a los carpelos del ovario, y pueden ser hundidos o lisos en la base, marcadamente apiculados o redondos en el ápice.

El fruto se forma de un pericarpo carnoso, que rodea la cavidad en que están contenidas las semillas. La epidermis o epicarpo está constituido por una capa de células isodiamétricas, transparentes y de paredes fuertes; los estomas son muy comunes. Debajo de ella hay de 5 a 10 capas de parénquima cargado de cloroplastos, que dan el color verde oscuro a los frutos jóvenes y que en la madurez se tornan de color amarillo claro. El mesocarpo se puede separar en dos partes, la externa contiene parénquima de células relativamente pequeñas con numerosos tubos laticíferos y haces vasculares, y es la que da la consistencia al fruto. La interna se forma casi sólo de parénquima de células grandes, ricas en agua, sustancias colorantes y azúcares. En esta última parte hay pocos haces vasculares y canales de látex. El endocarpo se forma de varias capas compactas de parénquima, de tono más claro.

En el pericarpo son muy frecuentes los canales laticíferos, especialmente en los tejidos más externos. El látex que contienen se ha utilizado para la obtención de la papaína, sustancia comercial que se extrae de los frutos jóvenes, aún verdes. Para ese propósito se hacen suturas longitudinales, de las cuales brota un líquido lechoso, que luego se concentra en masas transparentes. La producción industrial de papaína alcanza cierta importancia, ya que esa sustancia se utiliza por sus propiedades enzimáticas en la elaboración de suavizadores de carnes y otros productos industriales.

Son también muy frecuentes en el fruto los cristales de oxalato de calcio, en forma de drusas casi esféricas, que rellenan las células del parénquima.

El fruto de la papaya está compuesto principalmente de agua, 85 por ciento; azúcares, 10 por ciento; fibras y otras sustancias. Según la variedad es de alto contenido en vitaminas A y C, así como en calcio y otros minerales. El color de la pulpa varía desde amarillo, debido a un factor dominante, hasta rojizo.

Semillas

Los frutos normales contienen hasta 1.000 semillas ovoideas, oscuras, recubiertas de una sarcotesta transparente. La superficie de la semilla está formada de tubérculos cónicos, en filas. El embrión es pequeño y los cotiledones están bien desarrollados.

Variabilidad

Los cultivares comerciales de papaya pueden ser hermafroditas o dioicos. Los primeros son los más apropiados para el cultivo en grande, especialmente los elongata, que producen frutos de forma y tamaño muy uniformes. Esto se ha obtenido aislando ciertos tipos superiores en poblaciones hermafroditas y manteniéndolos uniformes por aislación o autopolinización. Con esta última se obtienen 2/3 de plantas hermafroditas y 1/3 de pistiladas como progenies de una flor autotefecundada. Se pueden establecer por autopolinización en varias generaciones verdaderas líneas puras, sin que aparentemente disminuya el vigor. Se pueden también hacer retrocruzamientos a los tipos originales. En un cultivar así establecido por selección individual se obtienen linajes o progenies de diferentes características. Así del cultivar 'Solo', originario de Barbados, se han separado en Hawaii otros cultivares de características diferentes.

En el caso de las plantas dioicas el problema principal consiste en el alto nú-

mero de árboles estaminados o machos, que no producen frutos. Hasta ahora no es posible reconocer el sexo en esta especie hasta que no aparezcan las primeras flores. Para eliminar las plantas estériles se acostumbra sembrar varias semillas en el mismo hoyo, y una vez que han aparecido las flores eliminar los machos, dejando unos pocos como polinizadores.

Un problema importante en América en el cultivo de la papaya es encontrar resistencia a ciertas moscas y avispas, muy frecuentes en México y Centro América, que ponen sus huevos en los frutos jóvenes, perforando el pericarpo y depositán-

dolos en la cavidad central. Otro problema serio son las enfermedades virosas, contra las cuales no se ha encontrado resistencia apreciable y que pueden controlarse parcialmente destruyendo los insectos vectores.

Los nematodos constituyen también un problema importante.

Se han hecho numerosos intentos de obtener resistencia cruzando *Carica papaya* con otras especies, como *C. goudotiana*, *C. peltata*. Todas estas especies tienen un número cromosómico igual, $2n=18$, habiéndose obtenido algunos híbridos de muy baja fertilidad.

CUCURBITACEAS

Las Cucurbitáceas son plantas herbáceas, de tallos trepadores provistos de zarcillos. Las hojas de nervadura palmada, tienen por lo común la lámina recortada, rara vez entera. Las flores unisexuales aparecen solitarias o en grupos, en las axilas de las hojas, opuestas a los zarcillos. El cáliz es verdoso y estrellado. La corola campanulada, por lo común dividida en 5 lobos, amarilla o blanca, rara vez morada. Los estambres tienen anteras muy desarrolladas y retorcidas, en la mayoría de las especies formando una sola masa. El ovario es ínfero, con placentación central, que al desarrollarse el fruto se mueve hacia las paredes. El estigma es corto y macizo y termina en 3 a 5 lobos papilosos.

El fruto o pepónida es característico. Es una baya, por lo general grande, en la cual las paredes externas a menudo se endurecen, y las más internas permanecen suaves y carnosas. Los tabiques y placentas se reducen y con frecuencia el centro del fruto es ocupado por una cavidad grande. Las semillas son planas, ricas en aceite, con endosperma escaso, y cotiledones muy desarrollados.

Los frutos de algunas Cucurbitáceas están entre los de mayor tamaño. Es un caso excepcional en que a dimensiones extraordinarias no corresponde ningún estado de poliploidía.

Las Cucurbitáceas se utilizan primero por sus frutos, y se incluyen en la categoría de hortalizas. En unas pocas especies se comen las raíces carnosas, y en muchas de ellas las puntas de los tallos, con las hojas nuevas y los zarcillos. Esta última utilización es de importancia por su valor nutritivo, ya que esas partes contienen minerales y algunas vitaminas. Por último las semillas son buen alimento por su contenido en aceites y reemplazan en los trópicos a las nueces. Algunas especies son de valor potencial como oleaginosas.

En las Cucurbitáceas los tipos silvestres o primitivos contienen principios amargos en abundancia, que los hacen incomib'es tanto para el hombre como para los animales. En los géneros *Sechium* y *Polakowskia* de Centro América, hay plantas silvestres que sólo se distinguen de las cultivadas por el sabor amargo de los frutos. En ellas sería suficiente una mutación, quizás en un solo gene, para determinar la pérdida de los principios amargos y hacer posible su utilización por el hombre.

AYOTES, ZAPALLOS, AUYAMAS, *cucurbita* spp.

Cinco especies americanas de *Cucurbita*: *C. moschata*, *C. pepo*, *C. mixta*, *C. maxima* y *C. ficifolia*, se cultivan por sus frutos, de alto contenido en carbohidratos y vitaminas, que cocinados constitu-

yen uno de los alimentos más populares en los trópicos. Se utilizan secundariamente por las semillas, ricas en aceites y proteínas, y en escala más reducida por las flores y puntas de tallos que se comen cocidos. En algunos países americanos se utilizan los frutos también como forraje.

Las *Cucurbitas* figuran entre las plantas de cultivo más antiguo en América. Ofrecieron al hombre primitivo un alimento abundante, de propagación fácil y rápida, que podía crecer óptimamente en los sitios abiertos, ricos en desechos orgánicos, que rodeaban las primeras viviendas. Junto con ciertos frijoles aparecen desde las culturas agrícolas más primitivas, antes de la invención de la cerámica. Esto se ha explicado sugiriendo que estas plantas fueron domesticadas primero por sus semillas, que se comían crudas o asadas, y luego por sus frutos.

Nomenclatura

El término castellano calabaza se aplica en algunos países colectivamente a las diferentes especies de *Cucurbita*; sin embargo fue usado primero para la calabaza común, *Lagenaria siceraria*, que se conocía en Europa antes del descubrimiento de América, y sería mejor reservarlo para esa especie, conforme al uso en varios países americanos.

El nombre americano ayote, del nahuatl, se aplica desde México a Costa Rica a *C. moschata*, *C. pepo* y *C. mixta*. El término zapallo, del quechua, a *C.*

maxima, *C. pepo* y *C. moschata*, desde Argentina hasta Costa Rica. Estas mismas especies reciben en Venezuela y el Norte de Colombia el término colectivo de auyama. La quinta especie, *C. ficifolia*, muy diferente de las anteriores, tiene varios nombres regionales más definidos.

Variabilidad

En las cuatro especies, *C. moschata*, *C. pepo*, *C. maxima* y *C. mixta*, hay una gran variabilidad en los caracteres, especialmente en la forma, tamaño y coloración del fruto. Las mismas combinaciones de caracteres se presentan en especies diferentes, y es imposible al describir una de ellas, incluir todas sus formas conocidas. La variación puede atribuirse a la acumulación de muchas mutaciones pequeñas o génicas, y a su conservación en el cultivo. En los trópicos americanos donde las *Cucurbitas* se siembran en lotes pequeños y aislados, estos caracteres se perpetúan fácilmente. Además debe haber en este género una alta frecuencia de mutaciones, lo que explicaría la amplia variabilidad en regiones como Asia Menor, donde el cultivo no es antiguo ni se han introducido muchas variedades.

Cucurbita moschata

Origen

Esta especie es por la extensión que ocupa y la diversidad de formas, la más importante de América tropical. Se conoce en estado nativo desde México hasta Colombia y Venezuela. Se le cultiva en el primer país, desde unos 1.500 años antes de Cristo.

Morfología general

C. moschata (Fig. 34.5) es una planta anual, de tallos largos que en ciertos tipos llegan hasta 10 m. de longitud, duros y angulosos. El sistema radical está cons-

tituido por una raíz principal y numerosas raíces secundarias, algunas de éstas muy gruesas y leñosas, y de gran cantidad de raíces menores absorbentes.

En *C. moschata* como en otras especies el eje principal emite de 3 a 10 ramas basales, separadas por entrenudos cortos; esta sección de la planta no constituye un tallo propiamente dicho. Las ramas basales o principales se dividen a su vez en secundarias.

Las ramas rastreras, duras, generalmente con 5 rebordes, están cubiertas de pelos cortos o largos, terminados en una cabezuela que se abre soltando una sustancia mucilaginoso. Su crecimiento es simpodial, es decir, que el eje central se continúa en

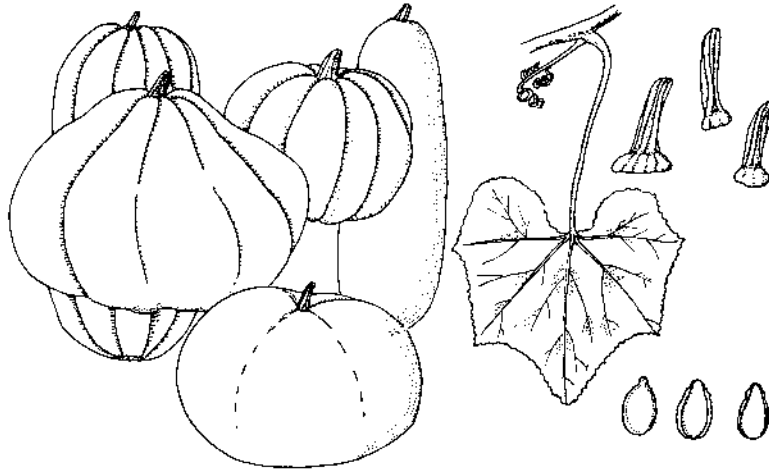


Fig. 34.5. *Cucurbita moschata*, ayote.

un nudo por una rama lateral, mientras que la yema terminal se transforma en un zarcillo, que aparece opuesto a una hoja.

La estructura del tallo muestra una zona externa, compuesta de epidermis, cubierta de pelos multicelulares, debajo de la cual hay bandas de colénquima que ocupan los ángulos o rebordes del tallo y contribuyen a darle solidez y flexibilidad. La zona cortical incluye una banda angosta de parénquima y un cilindro continuo, delgado, de fibras (esclerénquima), que forman el soporte principal del tallo. La parte central está ocupada por una zona ancha de parénquima, en que están los haces vasculares, y por la médula, hueca en los tallos viejos.

Los haces vasculares en *Cucurbita* son por lo común de 8 a 12, colocados en dos círculos: uno externo de haces mayores, que corresponden a los ángulos o rebordes del tallo, y otro interno de haces más pequeños. En corte transversal aparecen como áreas más oscuras y densas, en cuyo centro se distinguen de 5 a 8 poros grandes, dos de ellos mucho más anchos, que corresponden a los vasos del xilema. A ambos lados de éstos hay áreas de floema, con células cribosas muy grandes. Estas estructuras, grandes vasos de xilema y de floema, permiten una circulación muy eficiente del agua y las sustancias nutritivas, a pesar de que el volumen de los tejidos

vasculares no es tan extenso como en otras plantas.

Zarcillos

Entre los órganos más característicos de las Cucurbitáceas están los zarcillos. En *Cucurbita* como se dijo antes, corresponden por su posición a una rama terminal y se forman de una parte basal, larga y delgada que se divide en 3 ramillas. La estructura de la primera corresponde a un tallo; las segundas pueden considerarse como una hoja transformada. La función de los zarcillos es amarrar la planta a diferentes soportes; para eso tienen una sección sensorial en la parte superior de las ramillas, donde son aplanados. En el lado externo, no sensitivo, hay pubescencia escasa; en el interno, las células son muy pequeñas y tienen al centro una área sensoria, que se prolonga hacia el interior de las células en forma de un embudo o canal. Cuando el zarcillo toca un estímulo, las células de la parte sensitiva se arrugan, pues sus paredes externas se hunden hacia el interior mientras que las de la parte opuesta del zarcillo, no sensitiva, se agrandan longitudinalmente. La combinación de estos dos fenómenos hace que el zarcillo se encorve sobre la parte sensoria, hasta llegar a enrollarse en el estímulo. En las células de

la parte interna o cóncava se engruesan las paredes externas y se forma una superficie dura en el contacto con el objeto a que se adhieren. El zarcillo puede dar varias vueltas hasta quedar agarrado firmemente del soporte.

Hojas

Las hojas tienen pecíolos largos y cilíndricos, cubiertos de pelos glandulares. La forma general de la lámina es acorazonada con 3 ó más lobos triangulares, bien desarrollados. La inserción del pecíolo es una abertura basal angosta, de la cual salen de 3 a 5 nervios en disposición palmeada. El borde es finamente aserrado o sinuoso. El ancho de la lámina varía de 10 a 30 cm. Es característico en el lado superior, la presencia de áreas blancuzcas en la unión de los nervios, que contrastan con el verde oscuro de la lámina. Estas áreas se deben a que la epidermis está formada por varias capas incoloras.

Flores

Las flores son solitarias y unisexuales; las estaminadas nacen en la parte media de los tallos, en pedúnculos largos; las pistiladas hacia los extremos, en pedúnculos más cortos y gruesos.

El perianto en ambos tipos de flores, se compone de cáliz de 5 sépalos y corola

de 5 pétalos. Los sépalos son agudos, verdes, muy pubescentes, de 2 a 6 cm. de largo, un poco más grandes en las flores pistiladas. La corola es campanulada en la base, y se abre arriba en 5 lobos triangulares. Mide de 6 a 15 cm. de largo y de 8 a 16 cm. de diámetro. El color amarillo es más intenso en la cara interna de la corola. La externa, más pálida, está cubierta de pelos finos.

En las flores estaminadas (Fig. 34.6 A) hay 3 estambres; 2 de ellos tienen anteras con 2 lóculos, 1 con antera de un solo lóculo. Esto se explica asumiendo que 1 estambre doble está formado por 2 simples, completamente unidos, y que el número total sería de 5, como las partes del perianto. Los filamentos son cortos y gruesos, de 0,5 a 1,5 cm. de largo; las anteras presentan la estructura típica de las Cucurbitáceas, al doblarse longitudinalmente varias veces sobre ellas mismas, constituyendo una masa compleja de repliegues; miden de 1,5 a 2,5 cm. de largo. En la base interna de la flor, entre los estambres, hay un cuerpo pequeño con 3 prominencias, que representa un estilo atrofiado.

Las flores pistiladas (Fig. 34.6 B) tienen el perianto semejante al de las estaminadas, aunque ligeramente más grande. El ovario esférico o elipsoidal, verdoso y pubescente, de 1 a 3 cm. de largo, tiene 3 carpelos o celdas, cada una con muchos óvulos. En la parte superior del gineceo,

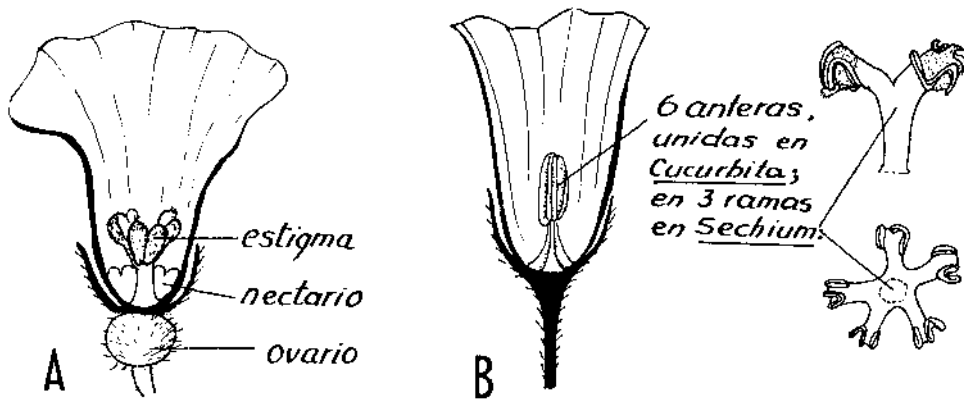


Fig. 34.6. *Cucurbita* sp. A, flor pistilada. B, flor estaminada.

arriba de la inserción de la corola, hay un estilo columnar, de 1,5 a 2,5 cm. de largo, que se divide en 3, a veces hasta 5 estigmas bilobados, cubiertos de papilas. Los estambres están representados por 5 rebordes, y entre ellos y el pistilo hay un disco con nectarios.

Fruto

El carácter más distintivo entre las 5 especies cultivadas de *Cucurbita* es la forma del pedúnculo del fruto. En *C. moschata* éste tiene 5 rebordes longitudinales bien marcados y en la inserción al fruto se expande en forma de disco.

El fruto como en las otras especies comerciales del género, es de formas muy distintas aún en la misma planta. Puede ser esférico, elipsoidal, oblado, piriforme, en forma de botella con el cuello recto o curvo. La superficie puede ser lisa o con rebordes o costillas longitudinales, uniforme o verrucosa. Hay también gran variación en el color y tamaño.

En el ovario fecundado se desarrollan normalmente 3 carpelos, que al crecer hacia el centro lo rellenan por completo, dejando sólo una cavidad central formada por 3 radios angostos. Los carpelos se doblan luego hacia afuera y al llegar al endocarpo se bifurcan y doblan de nuevo hacia adentro. En cada bifurcación hay una placenta con muchos óvulos. Al llegar a la madurez es corriente que desaparezcan los tejidos centrales y que el interior del fruto quede vacío. Las semillas aparecen entonces adheridas a las paredes internas del fruto, como si la placentación fuera parietal, cuando en realidad su verdadero origen es central o axial.

La estructura del fruto varía mucho según el cultivar. El pericarpo se forma en los ovarios o frutos jóvenes en primer término, de la epidermis, de la que salen numerosos tricomas. Esta capa desaparece en los frutos maduros, en los cuales los tejidos exteriores son 2 ó 3 capas hipodérmicas, de células alargadas en sentido tangencial, con paredes muy gruesas e

irregulares. Luego sigue una capa de células isodiamétricas, de paredes gruesas, ricas en pigmentos amarillos o verdes, que a veces rellenan por completo las células y son las que dan el color al fruto. El epicarpo termina en una zona de esclerénquima, de 8 a 10 estratos de grosor, de células de tamaño semejante a la zona pigmentada, pero que contienen pocos cloroplastos. Esta capa en algunos cultivos adquiere una consistencia de madera, en otros es más suave. En todos constituye la parte protectora del fruto. El mesocarpo que le sigue está constituido por parénquima, de células mucho mayores que en el epicarpo, llenas de cromatóforos amarillos. Las células aumentan de tamaño hacia el centro del fruto. El grosor del mesocarpo varía de 3 a 12 cm., su estructura suave o compacta, así como la presencia de pigmentos, especialmente del grupo del caroteno, determinan la calidad del fruto. Son frecuentes los haces vasculares, que recorren el mesocarpo en todas direcciones. Como el parénquima que las rodea es de tono más pálido, dan el aspecto jaspeado que se advierte al cortar la pulpa. El endocarpo es muy angosto, de células pequeñas de parénquima, que se confunden con las placentas. En muchos cultivares los tejidos internos del mesocarpo y el endocarpo aparecen como fibras gruesas y suaves.

Las semillas de *C. moschata* son planas, ovales, de 15 a 20 mm. de largo, delgadas, con el borde irregular, recortado o fibroso y de tono más oscuro.

Variabilidad

Esta especie es propia de las áreas tropicales y subtropicales de América, desde el Noroeste de Estados Unidos hasta el extremo Norte de Sur América. En esta vasta región se conocen muchos cultivares que se agrupan en dos grandes asociaciones geográficas: **mexicana**, de tallos largos y duros, de 10 a 12 m. de longitud, muy ramificados. Los frutos de formas muy variadas tienen la cáscara muy dura

y las semillas blancuzcas. El segundo grupo, **colombiana**, es de tallos largos y delgados y de entrenudos largos; el fruto es mediano, de cáscara suave y las semi-

llas grises o marrón. En Estados Unidos se han seleccionado numerosos cultivares como 'Sugar Marvel', 'Butternut', que se han introducido a América tropical.

Cucurbita pepo

Origen y dispersión

Originaria de México y del Oeste de los Estados Unidos, y en el Noreste de México se la conoce en cultivo desde 5.000 a 7.000 años antes de Cristo. En la época del descubrimiento se cultivaba sólo en Norte y Centro América. Fue llevada a Europa poco después, y en Asia Menor presenta tal variedad de formas que Vavilov creyó que posiblemente era originaria de esa región.

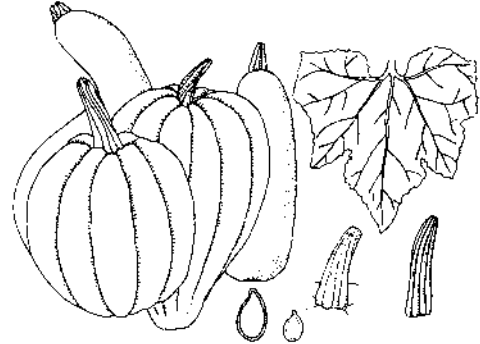


Fig. 34.7. *Cucurbita pepo*, ayote.

Caracteres distintivos

C. pepo (Fig. 34.7) incluye tanto tipos de crecimiento extenso como compacto. Los tallos y hojas son duros, cubiertos de espículas. Las láminas acorazonadas tienen la abertura basal ancha y 5 ó más lobos bien desarrollados; el borde es aserrado. Las hojas verde oscuro, tienen a menudo áreas blancas. Las flores amarillas, semejantes en su estructura a las de *C. moschata*, son un poco menores; las estaminadas tienen estambres cortos, las pistiladas estigmas pequeños y lisos.

El pedúnculo del fruto tiene 5 costillas y surcos poco profundos y carece de la base engrosada, inmediata al fruto, que caracteriza a *C. moschata*.

El fruto presenta tipos muy variados en forma, tamaño y color. Las semillas son alargadas, blancas o grisáceas, de 15 a 20 mm. de largo, con el borde liso, a

veces muy delgado. En algunos cultivares carecen de testa, y son entonces de color verde y superficie rugosa.

Variabilidad

En los trópicos *C. pepo* no presenta tanta variabilidad como *C. moschata*, y sus cultivares no pueden agruparse por regiones geográficas. En México y Centro América hay algunos del grupo **citrullina**, de tallos largos, gruesos y ásperos y frutos con costillas bien desarrolladas. También está representado el grupo **giromontia**, de tallos cortos, de menos de 2 m. de longitud y frutos lisos, con franjas de color verde oscuro sobre fondo amarillo. En Europa, Asia y Estados Unidos se han desarrollado muchos cultivares comerciales, entre ellos 'Zucchini', 'Connecticut Field', 'Tours', 'Golden Custard' y otros que se han introducido a América tropical.

Cucurbita mixta

Origen

Esta especie es originaria del Noroeste de Estados Unidos y del Norte de México, y parece haber sido domesticada

después de *C. pepo*, pues los restos más antiguos datan de unos 700 años después de Cristo. Su área natural de distribución actual abarca desde Estados Unidos hasta Guatemala.

Caracteres distintivos

C. mixta (Fig. 34.8) ha sido confundida con *C. moschata* y *C. pepo*, a las cuales se parece en varios caracteres, pero los estudios genéticos han probado que es una especie diferente. Es una planta de tallos con 5 aristas, cubiertos de pelos suaves. Las hojas cordadas, con la abertura basal estrecha, tienen lobos bien desarrollados, de bordes dentados. El color verde de la lámina está interrumpido generalmente por áreas blancas. Las flores tienen sépalos largos y amarillentos, y corolas amarillas.

Los estambres son largos y delgados como en *C. moschata* o cortos como en

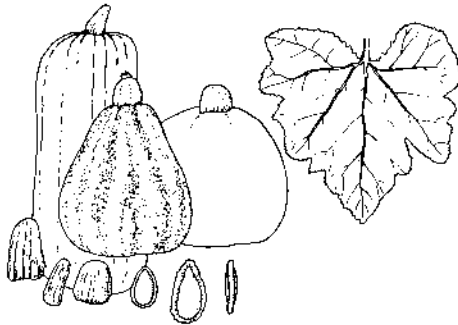


Fig. 34.8. *Cucurbita mixta*.

C. pepo. Los pistilos tienen estigmas largos y amarillos.

El pedúnculo del fruto es ancho, con 5 lados poco pronunciados, cubierto de capas corchosas, más ancho en la inserción al fruto, pero sin la expansión que se presenta en *C. moschata*.

El fruto es muy variable en forma y color. La superficie es dura, leñosa, con manchas verdes irregulares, longitudinales, que desaparecen en la madurez.

Las semillas planas, blancuzcas con manchas irregulares, presentan el margen prolongado en una ala fina dividida, que en algunos casos es más oscura que el resto de la semilla.

Variabilidad

Se han distinguido dos grupos de cultivares: **estenosperma**, de México, de hojas grandes, con el fruto frecuentemente de forma de pera y las semillas largas y angostas. El grupo **cyanoperizona**, de Guatemala, tiene cultivares de frutos por lo común elipsoidales, y semillas con alas anchas. En Estados Unidos los cultivares comerciales de esta especie reciben el nombre de cushau.

Cucurbita maxima

Origen

C. maxima (Fig. 34.9) es de origen suramericano. Es afín a *C. andreana*, que crece silvestre en Argentina y con la cual se hibridiza. Como ocurre en estos casos, es difícil decir si esta última es un tipo ancestral o una forma de la primera escapada del cultivo. *C. maxima* fue cultivada ampliamente en Sur América en la época precolombina, y restos de ella que datan de unos 7.000 años, se hallan en las culturas más antiguas de la costa del Perú. En tiempos coloniales se extendió a Norte América y Europa, donde se co-

nocen muchos cultivares comerciales. Los tipos con fruto en forma de turbante parecen ser originarios de Brasil.

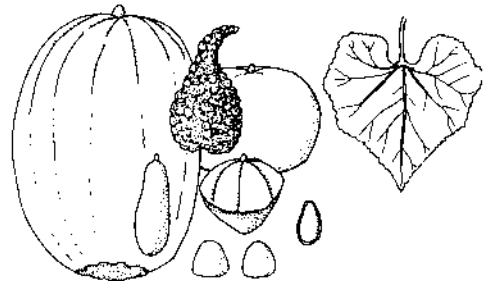


Fig. 34.9. *Cucurbita maxima*, zapallo.

Caracteres distintivos

En esta especie hay tanto cultivares de tallos largos, como de crecimiento compacto; entre los últimos están los llamados zapallitos de árbol, de Argentina. Los tallos de los cultivares corrientes son cilíndricos y están cubiertos de una pubescencia suave que también abunda en el follaje. Las láminas son acorazonadas, con la apertura basal muy ancha, enteras o con los lobos poco pronunciados, de borde aserrado. Las flores tienen sépalos lineares, y corolas amarillo brillante. Los estambres son cortos y gruesos, y los pistilos de estigmas lisos, pequeños y amarillos.

El pedúnculo del fruto es cilíndrico, suave y corchoso.

El fruto puede ser esférico, piriforme, elipsoidal o aplastado. Hay amplia va-

riación de colores. En algunos cultivares el ovario sobresale mucho del receptáculo, dando un aspecto característico al fruto, cuyas formas extremas constituyen los tipos llamados de turbante.

Las semillas son blancas o grisáceas, lisas o punteadas, comúnmente con el borde liso.

Variabilidad

Esta especie es muy variable; en Estados Unidos y Europa se han seleccionado muchos cultivares comerciales: 'Mammoth', 'Hubbard', 'Banana', 'Delicious', 'Boston Marrow' y otros. En los trópicos americanos es importante en Brasil, Bolivia y Perú; en los últimos dos países se conocen cultivares de frutos gigantes hasta de 1 m. de largo.

Cucurbita ficifolia

Origen

Esta especie es originaria de las tierras altas de México y Centro América, donde se la conoce con los nombres de lacayote o chiverre. Es en esta región donde presenta más variedades. Su expansión en Sur América pudo ocurrir en épocas prehispánicas, aunque los nombres suramericanos, como victoria en Colombia y tambo en Ecuador, lacayote en Perú, parecen indicar una introducción más reciente.

Se la cultiva en las tierras altas desde México a Chile, arriba de los 1.000 metros, y no se la encuentra en la vertiente atlántica de Sur América. Se ha introducido a África y Asia, donde se la conoce con el nombre de calabaza de Malabar. Al contrario de las otras especies cuyo uso principal son los frutos cocidos, *C. ficifolia* sólo se consume en esa forma cuando está tierna, pues se la utiliza principalmente en la elaboración de dulces cuando los frutos están maduros.

Caracteres distintivos

Esta *Cucurbita* (Fig. 34.10) es perenne, mientras que las cuatro anteriores son anuales. Los tallos largos y vigorosos, con 5 lados, están cubiertos como el follaje, de pelos espinudos. Las hojas acorazonadas se dividen en varios lobos redondos o profundos, de bordes finamente aserrados.

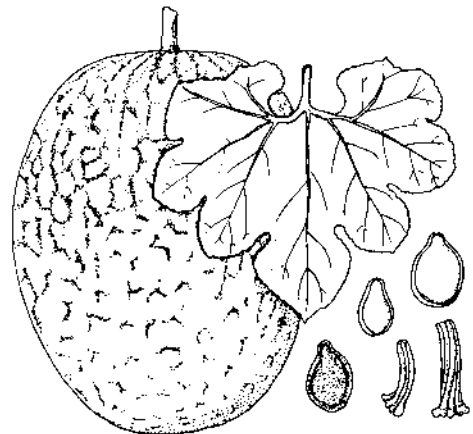


Fig. 34.10 *Cucurbita ficifolia*, lacayote.

Las flores, de corola amarillo pálido tienen los estambres cortos y gruesos y los pistilos con estigmas cortos, amarillentos y lisos.

El pedúnculo del fruto tiene 5 lados, algo expandidos en la base.

El fruto es elipsoidal o globoso, y no presenta otras variantes de forma como las especies anteriores. El color externo es blanco o amarillento, con manchas longitudinales verdes e irregulares. La cáscara es dura y permite almacenar los frutos por meses. El interior o pulpa no es amarilla como en las especies anteriores, si no blanca o transparente. Las semillas planas, blancas o negras, tienen el margen liso y del mismo color que la parte central. Se consumen en México y Centro América, tostadas o crudas, como nueces o en dulces.

Variabilidad

Los cultivares de *C. ficifolia* son mucho más uniformes que los de las cuatro especies anteriores. Se conocen dos grupos, cuya distribución geográfica es muy amplia: *leucosperma*, de semillas blancas o amarillentas, y *melanosperma*, de semillas negras.

Relación entre las cinco especies de *Cucurbita*. *C. ficifolia* por su carácter perenne, escasa variación y caracteres de follaje y fruto ocupa un lugar aparte. Los trabajos genéticos, especialmente los cruzamientos interespecíficos, indican que *C. moschata*, *C. pepo* y *C. mixta* forman un grupo de especies afines. *C. maxima* tiene poca afinidad con ese grupo, lo que se corrobora por su origen geográfico.

La hibridación natural entre diferentes especies de *Cucurbita* no es corriente, ni aún entre las más afines. En las polinizaciones artificiales se obtiene un porcentaje muy bajo de frutos, pues en estos cruzamientos la mayoría de las flores se caen poco antes de que se desarrolle el ovario. En varios casos se ha comprobado que si al hacer un cruce interespecífico el

estigma recibe accidentalmente polen de la misma especie, éste crece más rápido y logra fertilizar los óvulos antes del que se aplicó al estigma. La hibridación intervarietal no da por lo común híbridos superiores.

CALABAZA, *Lagenaria siceraria*

Origen

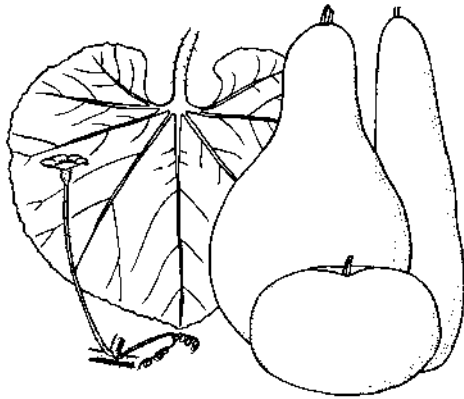
La calabaza es una de las plantas que han acompañado al hombre desde las culturas más primitivas. Se usó primero como recipiente, y luego como alimento. Se le conoció en América por lo menos 50 siglos antes de la llegada de los europeos; en Europa y Asia unos 30 siglos antes de la era cristiana.

No se conoce en estado silvestre. Se admite que su área de origen pudo estar en África, donde se encuentran las otras especies de *Lagenaria*, y que de ese continente pasó a Asia y a Europa. A América pudo llegar arrastrada por corrientes marinas, ya que en pruebas experimentales se ha comprobado que resiste más de 20 días el agua de mar, sin que se afecte la viabilidad de las semillas. Ese tiempo sería suficiente para recorrer la distancia que separa las costas de África y Brasil, de modo que su presencia en América puede explicarse sin la intervención del hombre.

Existen tipos comestibles, de sabor insípido. Las calabazas corrientes son demasiado amargas y sólo se comen cuando están tiernas.

Morfología general

Lagenaria siceraria (Fig. 34.11) es una especie anual, de tallos cilíndricos, cubiertos de pelos pegajosos. Las hojas son reniformes o con 3 a 5 lóbulos poco desarrollados. Las láminas enteras están cubiertas de pelos viscosos y tienen los bordes ondulados; miden de 10 a 40 cm. de

Fig. 34.11. *Lagenaria siceraria*, calabaza.

diámetro. Esta especie es monoica; las flores aparecen solitarias, en las axilas de las hojas. El cáliz verdoso se divide en 5 dientes de 1 a 1,5 cm. de largo; la corola es blanca, con 5 lobos y mide de 5 a 12 cm. de diámetro. En las flores estaminadas el pedúnculo es largo, de 15 a 25 cm. de longitud, por lo cual sobresalen del follaje; llevan 5 estambres unidos en las anteras, que aparecen divididas en 3 cuerpos. Las flores pistiladas son de pedúnculos cortos; el ovario elipsoidal, cubierto de pelos finos, mide de 2 a 3 cm. de largo. El estilo es corto y termina en 3 ramas estigmáticas.

Los frutos de la calabaza presentan una variación extraordinaria en forma: piriformes, con el cuello angosto y la base ancha, a menudo plana; achatados; esféricos, entre los que se hallan los más pequeños, de menos de 1 dm. de diámetro; cilíndricos, angostos y largos, hasta de 1 m. de longitud, y de muchas otras formas. La coloración exterior puede ser amarilla uniforme o con manchas irregulares más oscuras.

Las capas exteriores del fruto se forman de esclerénquima. Las dos más externas, de células pequeñas, con el lumen muy reducido, son las que contribuyen a hacerlo impermeable. Los tejidos siguientes, con células alargadas en sentido radial, de paredes más finas y llenas de punteaduras, permiten absorber los líquidos muy lentamente. Por la impermeabilidad, peso li-

viano y resistencia, las calabazas son los recipientes ideales en todas las culturas primitivas.

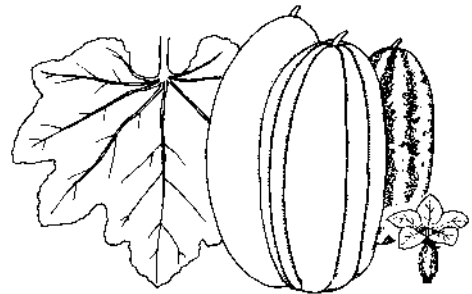
MELON, *Cucumis melo*

Origen

Los melones constituyen una sola especie, altamente polimórfica (Fig. 34.12). El concepto de que pueden separarse en varias especies no se acepta actualmente, ya que no existen barreras de esterilidad u otros caracteres que justifiquen esa división. No hay datos seguros sobre el origen del melón, y como el género *Cucumis* es africano, se supone que allí se originara y que en tiempos muy primitivos se introdujera a Asia. En África tropical se conocen casos de melones silvestres, que se cree sean más bien escapes del cultivo.

En Asia el melón ha tenido 4 centros de variación secundaria, es decir bajo cultivo. El primero en Asia Menor, de donde posiblemente descienden los cantalupes y otros tipos; el segundo en Asia Central, con numerosos cultivares notables por su alto contenido de azúcar; el tercero en China, donde se obtuvieron los cultivares de frutos más pequeños; finalmente en India, hay tipos muy primitivos, de alta resistencia a enfermedades.

En el melón como en otras Cucurbitáceas, el área de origen estuvo en los trópicos, pero el cultivo se desarrolló en regiones marginales de la zona templada.

Fig. 34.12. *Cucumis melo*, melón.

Morfología general

Los tallos de los melones, lisos o es-triados, están cubiertos de pelos suaves. De los nudos salen hojas y zarcillos, estos últimos sin ramificaciones. La forma de la lámina varía según el cultivar, desde ovadas y enteras hasta palmeadas, con 3 a 7 lobos bien desarrollados.

Las flores unisexuales aparecen en las axilas: las pistiladas en grupos de 3 a 5, las estaminadas solitarias; en ciertos casos hay en la misma axila flores pistiladas y hermafroditas. En algunos cultivares los flores pistiladas aparecen solitarias en el primero y segundo nudos de una rama y en el resto de ella sólo hay estaminadas.

El perianto tiene de 5 a 7 sépalos lineales muy pilosos y corola amarilla, con 5 a 7 pétalos separados casi hasta la base, de unos 2 cm. de largo. Las flores estaminadas llevan 5 estambres unidos en las anteras. En las pistiladas el ovario ínfero es elipsoidal, finamente pubescente, y el estigma está dividido en 5 partes. En algunos cultivares aparecen 3 estaminodios.

El fruto presenta una variación amplísima en forma, textura y color. Puede ser esférico, ovoide, aplastado; liso o con 10 surcos, de superficie brillante y uniforme o cubierta de una capa corchosa, que forma una red o se extiende regularmente por toda la superficie del fruto. La parte comestible se forma principalmente del pericarpo y en grado menor de las placentas que rodean las semillas; su color varía desde verdoso hasta amarillo rojizo.

Variabilidad

Se conocen varios grupos de cultivares. Los más importantes del punto de vista comercial son los del grupo *reticulatus*, conocidos corrientemente con el nombre de cantalupes, caracterizados por una red corchosa, blanca, que deja áreas verduscas. Ejemplos: 'Hale Best', 'S.R.-91', 'Ho-

ney Rock'. Los *cantalupensis* son melones de superficie uniformemente corchosa, a menudo corrugada; son escasos en cultivo. Los melones llamados casaba, del grupo *inodorus*, por lo común de superficie lisa, se cultivan mucho por sus frutos tardíos: 'Honey Dew', 'Globo de Oro', Hay otros cultivares de frutos delgados y muy largos, hasta de 90 cm., o esféricos y del tamaño de un mango.

Esta riqueza de variación y el hecho de que se puedan cruzar los diferentes cultivares ha permitido obtener híbridos, especialmente de alta resistencia a enfermedades.

PEPINO, *Cucumis sativus*

Origen

Se ha supuesto que el pepino es originario de India; sin embargo, todas las otras especies de *Cucumis* son nativas de Africa y en ese continente el cultivo del pepino era ya conocido por los primeros egipcios. Por otra parte se ha pensado que esta especie pudiera pertenecer a otro género, con base en ciertas diferencias morfológicas y en que el pepino tiene $2n=14$, mientras que las otras especies de *Cucumis* tienen $2n=12$.

Morfología general

Los tallos angulosos e hirsutos del pepino llevan zarcillos simples y hojas largamente pecioladas (Fig. 34.13). Las láminas son triangulares o cordadas, recortadas en 5 a 7 lobos triangulares poco pronunciados; la base es profunda y los bordes irregularmente aserrados. Miden de 6 a 13 cm. de largo y 6 a 16 cm. de ancho. Son ásperas y están cubiertas de pelos finos.

Las flores estaminadas aparecen en grupos de 3 a 5, las pistiladas solitarias. El cáliz se divide en 5 a 7 dientes agudos, pilosos y verdes, de 5 mm. de longitud.

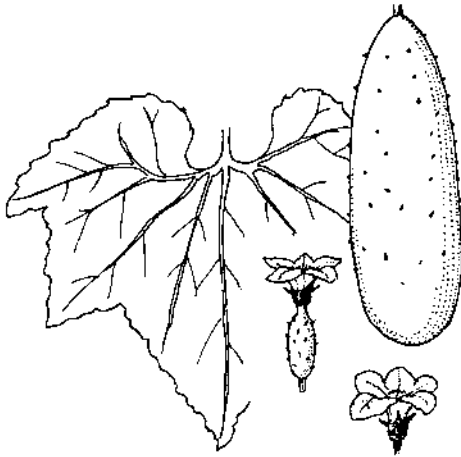


Fig. 34.13. *Cucumis sativus*, pepino.

La corola amarillo azufre, de 2 a 3 cm. de diámetro, se forma de 5 pétalos bien separados. En las flores estaminadas hay de 2 a 3 estambres muy pequeños. En las pistiladas el ovario elipsoidal y piloso contiene de 3 a 5 celdas; el estigma muy corto se divide en 5 lobos.

El fruto es elipsoidal o prismático, con 3 a 5 lados en los cultivares modernos, amarillo en la madurez, liso o con apéndices espinosos muy espaciados. Debajo de la epidermis hay varias capas de células con cloroplastos; el mesocarpo es suave y blanco, unido al endocarpo; este último no está soldado a las placentas como en *Cucurbita*.

El número de variedades de pepino es más bien reducido. Los cultivares comerciales se distinguen por el uso: para ensaladas, encurtidos y para ambos usos; o por su resistencia a enfermedades fungosas o mosaicos. Los cohombros, variedad de frutos más grandes, se cultivan poco en América tropical.

PEPINO DE SABANA, MASHISHE (Brasil), *Cucumis anguria*

Origen

El pepino de sabana posiblemente fue introducido a América desde África, por

los esclavos que se traían a las Antillas. Se aclimató tan bien en América que por mucho tiempo se juzgó que era nativo de este continente. Se le halla, escapado de cultivo, en las sabanas del Norte de Sur América.

Morfología general

El pepino de sabana (Fig. 34.14) es una planta baja, de tallos delgados, cubiertos de pelos fuertes. Las hojas palmeadas tienen por lo común 5 lobos de bordes aserrados y son de superficie áspera; miden de 3 a 7 cm. de largo. Las flores pistiladas aparecen solitarias en pedúnculos largos y pilosos; las estaminadas en grupos de 3 a 5; la corola amarilla mide de 8 a 12 mm. de diámetro.

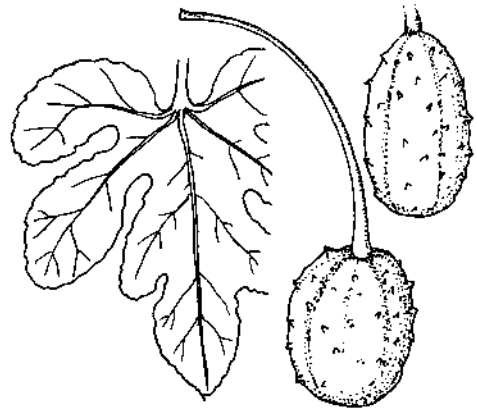


Fig. 34.14. *Cucumis anguria*, pepino de sabana.

Lo más característico del fruto es el pedúnculo largo y delgado, de 8 a 20 cm. de largo. El fruto propiamente dicho es elipsoidal, de 3 a 5 cm. de diámetro, cubierto de protuberancias en forma de espinas. El color verde al principio, a veces con franjas longitudinales más claras, se torna amarillo en la madurez. La pulpa comestible es escasa, verdosa y se forma especialmente de las placentas; contiene muchas semillas blancas.

SANDIA, PATILLA, *Citrullus lanatus* (*C. vulgaris*)

Origen

La sandía es posiblemente originaria de Africa. Se extendió en tiempos prehistóricos a Asia. En India alcanzó un gran desarrollo y acumuló en ese país la más alta variabilidad.

Morfología general

Los tallos cilíndricos o aristados de la sandía están cubiertos de pubescencia suave o hirsuta, según el cultivar, con ramas primarias muy vigorosas que alcanzan varios metros de longitud (Fig. 34.15). Las hojas están divididas en 5 a 7 lobos irregulares, de bordes sinuosos; miden de 10 a 20 cm. de largo y están cubiertas de pubescencia fina.

La sandía en general es monoica, aunque se conocen varios cultivares andromonoicos. En la sandía y otras Cucurbitáceas la presencia de dos tipos de flores en ciertos cultivares, se debe a una mutación determinada por el cambio de un solo gene. Los tipos primitivos son andromonoicos y los avanzados monoicos.

Las flores aparecen solitarias en las axilas de las hojas; en cada sétima axila de una rama hay una flor pistilada, siendo estaminadas las intermedias. Las flores tienen cáliz con 5 dientes pilosos, de cerca de 0,5 cm. de largo y corola amarilla de 5 pétalos bien recortados, de unos 2 cm. de diámetro. En las flores pistiladas el gineceo está constituido por el ovario piloso y estilo corto de 3 ramas estigmáticas; es común hallar 3 estaminodios muy pequeños. En este tipo de flor el ovario tiende a ser más largo que en las hermafroditas. La flor estaminada tiene el perianto similar a la pistilada; los 3 estambres unidos, terminan en anteras cortas.

El fruto en la sandía puede ser esférico, elipsoidal o cilíndrico, según el cultivar; liso, verde uniforme o con manchas de diferente tono. El mesocarpo carnoso y

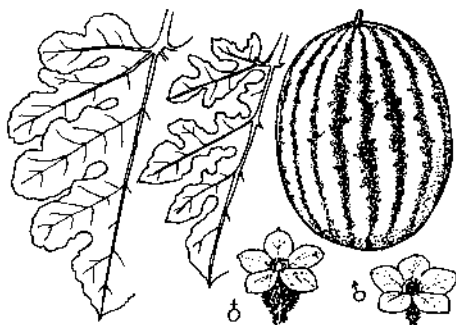


Fig. 34.15. *Citrullus lanatus*, sandía, patilla.

blanco, no se come. La pulpa comestible, roja o amarilla es tejido placentario, formado por parénquima lleno de agua y azúcares, y recorrido por haces vasculares muy finos. Las semillas negras, rojas o blancas, de 4 a 16 mm. de largo, se comen, en Africa y Asia y son de alto valor nutritivo.

Variabilidad

Se conocen centenares de cultivares de sandía. En ciertos países como Estados Unidos, hay un cambio activo de cultivares; se adoptan nuevos y se abandonan otros. Las principales líneas de selección son por tamaño y forma del fruto, en los cuales las preferencias del mercado cambian mucho. Los nuevos cultivares se escogen especialmente por el último carácter. La diferencia entre frutos redondos y alargados es determinada por un par de genes de dominancia incompleta. También se seleccionan por la cáscara resistente que parece ser de herencia compleja, o el color de la pulpa, que es debido también a varios genes. De gran importancia es la resistencia a enfermedades, en particular al marchitamiento y a la antracnosis.

Los cultivares desarrollados en Estados Unidos se han introducido a los trópicos, en donde no se han realizado trabajos serios de selección. Entre los primeros se cultivan 'Honey Cream', 'Dixie Queen', 'Klondike', 'Congo' y otros.

CUNDEAMOR, BALSAMINA,
Momordica charantia

Origen

Originaria de los trópicos de Oriente, se cultiva poco en América. Se utiliza por sus frutos tiernos que se comen cocinados, rellenos con carnes o legumbres. Es una planta anual (Fig. 34.16), trepadora, hasta de 20 m. de longitud, que en todas sus partes contiene una sustancia amarga y venenosa. Los tallos cuadrangulares están cubiertos de pubescencia fina. Las hojas varían mucho en forma y tamaño según el cultivar; son reniformes, con la base profundamente recortada y se dividen en 6 a 9 lobos principales, que a su vez son marcadamente recortados. La lámina delgada, con puntos translúcidos, está cubierta de pelos finos; es de color verde oscuro en la cara superior, amarillenta en la inferior. Las flores grandes, solitarias, amarillas, salen de pedúnculos largos y finos, que tienen una bráctea grande al medio. El cáliz está compuesto por 5 dientes amarillentos, de menos de 1 cm. de largo, y la corola de 5 pétalos libres, amarillos de 1 a 2 cm. de largo. En las flores estaminadas hay 3 estambres cortos. En las pistiladas el ovario verrucoso, de 2 a 3 cm. de largo, termina en un estilo corto

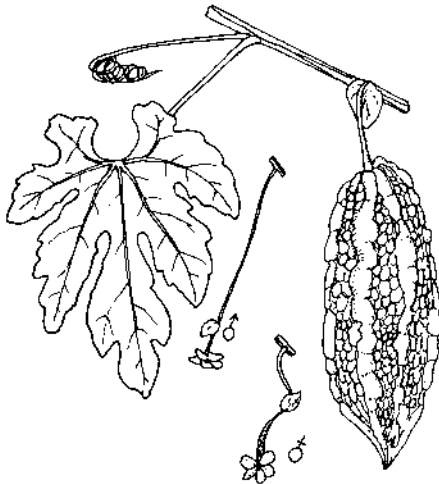


Fig. 34.16. *Momordica charantia*, balsamina.

con 5 ramas estigmáticas; en estas flores hay también 5 estaminodios.

El fruto es alargado, cubierto de tubérculos suaves y agudos y llega a medir en los cultivares comerciales de 20 a 30 cm. de longitud. Se recogen cuando aún están duros y verdes; en la madurez se tornan suaves, por fuera de color anaranjado, que contrasta con el rojo vivo de la pulpa y las semillas negras.

En América tropical es común una forma de esta especie de frutos pequeños no comestibles, que crece como maleza y tiene algunas aplicaciones en medicina popular.

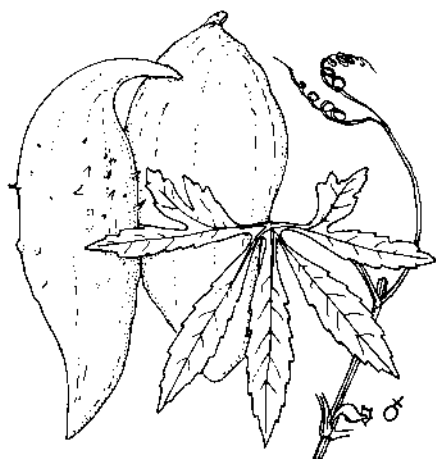
CAIHUA, CAIGUA, *Cyclanthera pedata*

La caihua se cultiva en las huertas de Sur América, de Colombia a Perú. Su área de origen es posiblemente Centro América, donde se encuentran los tipos más primitivos. Se la usa como verdura, relleno el interior de la fruta con carne y otros alimentos o en ensaladas y encurtidos.

Es una especie anual con tallos hasta de 5 m. de largo, muy ramificados (Fig. 34.17). Las ramas son aristadas, escasamente pubescentes, con zarcillos que se dividen en 5 ramillas largas y sinuosas. Las hojas digitadas, de 6 a 14 cm. de largo, tienen de 5 a 7 folíolos elípticos, con las márgenes dentadas. Es común que los lobos externos tengan otros laterales más pequeños.

Las flores estaminadas, en grupos de 10 a 20, crecen en pedicelos largos. Las pistiladas son sésiles y solitarias. En ambas el perianto es simple, con los sépalos representados por 5 proyecciones verdes, agudas, de 5 mm. de largo. La corola en forma de copa, amarillenta, se divide en 5 lobos; es mucho más grande en las flores pistiladas. Los 5 estambres están unidos en una columna y terminan en una sola antera. El ovario es elipsoidal, liso; el estilo termina en un estigma discoideo.

El fruto es una baya oblongoelíptica, aplanada, con la base generalmente curva

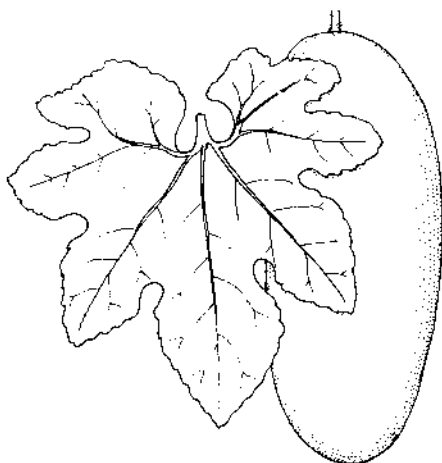
Fig. 34.17. *Cyclanthera pedata*, caigua.

y el ápice agudo. Miden de 10 a 20 cm. de largo por 4 a 8 cm. de ancho. La superficie es irregular, con espinas suaves, curvas, especialmente en la parte media. El color varía de verde oscuro a blanco con estrías longitudinales verdosas. El mesocarpo es delgado y succulento, verde; el endocarpo blanco y esponjoso; las semillas cuadradas, negras y muy rugosas, salen en 2 filas de la placenta. El centro del fruto está vacío en la madurez, o con tejidos placentarios sueltos.

Una especie afín, *Cyclanthera explodens* de Sur América, se cultiva por sus frutos que se utilizan como los de la caigua. Tiene hojas trilobadas y frutos reniformes más pequeños, de 4 a 6 cm. de largo, cubiertos completamente por espinas suaves.

MELON BLANCO, *Benincasa cerifera* (*B. hispida*)

Especie nativa de India, que se cultiva poco en los trópicos americanos. Crece bien desde el nivel del mar hasta los 500 m. de elevación. Es una trepadora robusta, de tallos cilíndricos, estriados, con pubescencia escasa (Fig. 34.18). Los zarcillos se dividen en 2 a 3 ramillas. Las hojas tienen de 5 a 9 lobos triangulares, poco profundos. La lámina de color verde claro, hispida, con los bordes

Fig. 34.18. *Benincasa cerifera*, melón blanco.

aserrados, mide de 10 a 25 cm. de largo por 10 a 20 cm. de ancho. Las flores son grandes, solitarias, con el cáliz dividido en 5 sépalos lineares de cerca de 1 cm. de largo, y cubiertos en ambos lados de pubescencia fina y densa. La corola campanulada está compuesta por 5 pétalos casi libres, amarillo verdosos, de 3 a 5 cm. de largo. En las flores estaminadas hay 5 estambres, 4 soldados en pares, el quinto libre. En las pistiladas el ovario elipsoidal está cubierto de pelos finos; el estilo es corto con 3 ramas estigmáticas.

El fruto elipsoidal o esférico, de color verde claro, está cubierto cuando tierno de pelos finos y duros, y en la madurez por una capa de cera blanca que se remueve fácilmente. Mide de 20 a 40 cm. de largo por 15 a 20 cm. de diámetro. La pulpa es blanca, translúcida y aromática. Se come como verdura o en dulces. En América tropical se le cultiva especialmente en los jardines de horticultores chinos o japoneses.

COHOMBRO DE OLOR, CASABANANA, CAJUBA, *Sicana odorifera*

La patria del cohombro de olor es posiblemente Brasil. Se le cultiva esporádicamente en los trópicos, en primer lugar

por sus frutos perfumados y en segundo lugar como hortaliza.

Sicana odorifera (Fig. 34.19) es una trepadora de tallos aristados, con zarcillos que se dividen en 3 a 5 ramas, cuyos ápices se adhieren fuertemente como ventosas. Las hojas de contorno general reniforme a orbicular, se dividen en 3 a 7 lobos bien desarrollados, de borde ondulado o dentado.

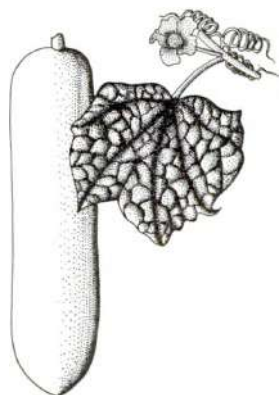


Fig. 34.19. *Sicana odorifera*, casabanana.

Las flores aparecen solitarias; el cáliz verde tiene 5 sépalos, doblados hacia afuera; la corola amarilla, mide cerca de 2 cm. de largo en las flores estaminadas y unos 5 cm. en las pistiladas. En las primeras los filamentos de los estambres están separados en la base, pero unidos

en las anteras. Las pistiladas llevan el ovario elipsoidal, liso y estilo con 3 ramas estigmáticas bilobadas.

El fruto es oblongo, casi cilíndrico, de 20 a 60 cm. de largo por 10 a 15 cm. de diámetro. En la madurez es de color rojo cobrizo, con áreas verdosas longitudinales y está recubierto por una capa fina de cera. La pulpa delgada, anaranjada y aromática, contiene muchas semillas blancas con bordes marrón. Los frutos se colocan en las habitaciones por su aroma, que recuerda al del melocotón. Cuando están tiernos, se comen como verdura.

LUFA, ESPONJA VEGETAL, *Luffa* spp.

Dos especies del género asiático *Luffa* se domesticaron en India, de donde se extendió su cultivo a otros países tropicales y subtropicales. Su uso como alimento, restringido al consumo de frutos jóvenes, ha sido suplantado por la aplicación industrial de la fibra del fruto, que se emplea en la elaboración de aisladores, rellenos, esponjas de baño, limpiadores y otros usos. La producción para estos fines se ha concentrado en Japón, donde se han desarrollado cultivares superiores por la calidad de la fibra.

Luffa acutangula

Esta especie (Fig. 34.20) es la más distribuida en los países tropicales. Es una planta de crecimiento rápido, que produce frutos en menos de 6 meses. Los tallos largos, con 5 aristas bien marcadas, llegan a medir hasta 15 m. de longitud. Los zarcillos tienen 2 ó 3 ramillas. Las hojas triangulares, con una abertura profunda en la base, y de 5 a 7 lobos obtusos, poco profundos, miden de 6 a 24 cm. de largo por 8 a 16 cm. de ancho. Las láminas son de superficie escabrosa, verde oscuro en el lado superior, amarillentas en el inferior. Las flores estaminadas aparecen en grupos, en pedúnculos largos; las pistiladas solitarias, en pe-

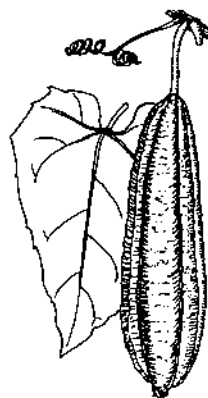


Fig. 34.20. *Luffa acutangula*, lufa, esponja vegetal.

dúnculos cortos. El cáliz verdoso, cubierto de pubescencia en el lado externo, se divide en 5 sépalos, de cerca de 1 cm. de longitud cada uno. La corola amarilla, cubierta de pubescencia fina y de 4 a 6 cm. de diámetro, está constituida por 5 pétalos casi libres, redondeados al ápice. En las flores estaminadas los 5 estambres están unidos y terminan en anteras cortas, amarillo verdosas. En las pistiladas el ovario tiene 10 aristas longitudinales bien marcadas y estilo corto, terminado en un estigma trifido.

El fruto elipsoidal o claviforme es más angosto en la base y lleva en el ápice el resto del cáliz y el estilo. La característica más sobresaliente son las 10 costillas agudas que lo recorren longitudinalmente. Los frutos maduros son amarillos con puntos más claros y miden de 15 a 30 cm. de largo por 5 a 10 cm. de diámetro. Hay numerosas semillas ovales y planas, negras de 8 a 12 mm. de largo. Esta especie se utiliza más como verdura. La fibra de la esponja es más suave que en la especie siguiente.

Luffa cylindrica

Como la especie anterior es posible que *L. cylindrica* se originara en India. Su centro actual de cultivo intenso es Japón, particularmente para la producción de esponja vegetal.

Luffa cylindrica (Fig. 34.21) es anual, de tallos largos hasta de 15 m. de longitud, con 5 aristas bien marcadas; los zarcillos tienen 2 a 3 ramillas. La forma general de la hoja es triangular, con una abertura profunda en la base, y 5 a 7 lobos agudos. Las láminas miden de 6 a 24 cm. de largo por 8 a 16 cm. de ancho. Las flores estaminadas aparecen en racimos axilares, en grupos de 5 a 20 en cada racimo, en pedúnculos que miden de 10 a 15 cm. de largo. Las pistiladas solitarias, en pedúnculos cortos, de 2 a 10 cm. de largo. El cáliz, de 5 partes, es verdoso y pubescente. La corola amarilla de 5 a 6 cm. de diámetro, tiene 5 lobos de ápices redondos o recortados.

En las flores estaminadas hay 5 estambres unidos, con anteras verduscas. En las pistiladas un ovario liso y pistilo con 3 ramas estigmáticas.

El fruto es largo, cilíndrico, con líneas longitudinales oscuras. Mide de 10 a 50 cm. de largo. Lo más característico en es-

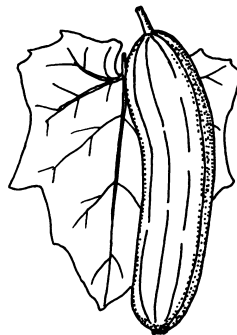


Fig. 34.21. *Luffa cylindrica*, lufa, esponja vegetal.

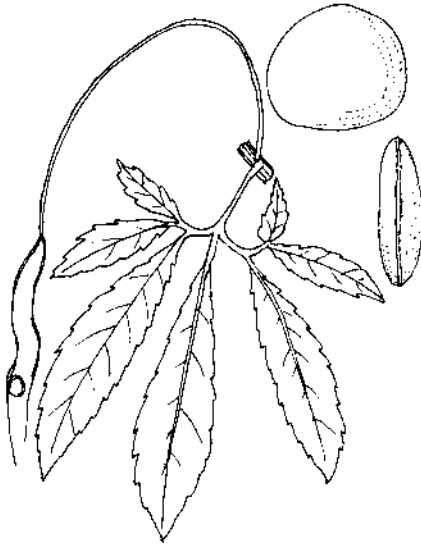
tas dos especies es la presencia de haces fibrosos en el mesocarpo, duros y elásticos, que forman la esponja. Esta estructura ocupa gran parte del fruto y está rellena con parénquima que se seca en la madurez. La esponja está constituida por fibras transversales en la parte externa y por un tejido regular de fibras longitudinales en la interna, todas ellas muy elásticas. Al recolectar los frutos se dejan en agua para que se pudran tanto la epidermis como los tejidos de parénquima, dejando libre la esponja.

Su uso como verdura está limitado a los frutos muy jóvenes que se comen cocidos.

Telfairia pedata

Especie africana cuyas semillas se utilizan como nueces por su alto contenido de aceite. Es una planta perenne (Fig.

34.22), vigorosa, con tallos hasta de 25 m. de largo y raíces carnosas y fuertes. Las hojas digitadas se componen de 3 a 5

Fig. 34.22. *Telfairia pedata*.

folíolos casi libres, oblongos, de 6 a 10 cm. de largo, los 2 externos con lobos laterales. Las flores estaminadas aparecen en racimos; las pistiladas, solitarias. El cáliz se divide en 5 pétalos agudos. La corola es notable porque tiene los 5 pétalos purpúreos finamente divididos en el margen; mide unos 5 cm. de diámetro en las estaminadas, hasta 10 cm. en las pistiladas. Las primeras llevan 3 estambres; las segundas tienen el ovario elíptico con 10 rebordes longitudinales.

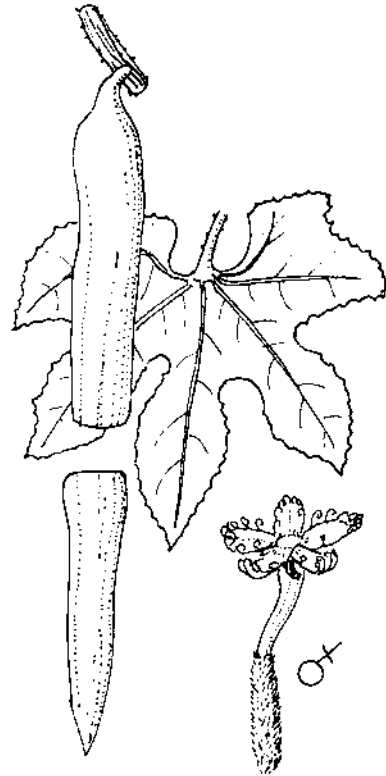
El fruto es grande, elipsoidal, con 10 a 12 costillas; mide de 30 a 90 cm. de largo por 15 a 20 cm. de diámetro. Las semillas, de 60 a 200 por fruto, son aplanadas, circulares, de 2 a 3 cm. de diámetro por 1 cm. de grueso. Están compuestas casi sólo de cotiledones; la testa dura y fibrosa contiene principios amargos y una vez removida, las semillas se consumen en sopa o se asan como almendras.

T. occidentalis, también africana, se utiliza por las semillas que se comen cocidas y tienen un sabor agradable, y por los retoños de los tallos, que se consumen en sopas. Da también aceite que se usa en cocina y jabonería.

PATOLA, *Trichosanthes anguina*

Esta legumbre asiática, posiblemente originaria de India, se cultiva en forma esporádica en los trópicos americanos. Es una planta anual (Fig. 34.23), vigorosa, de tallos aristados y pilosos y zarcillos simples o divididos en 2 a 5 ramillas. Las hojas de forma general cordada, de bordes dentados, están recortadas en 5 a 7 lobos profundos, los laterales más grandes.

Las flores unisexuales tienen el cáliz dividido en 5 sépalos verdosos; la corola blanca, con 5 pétalos oblongos de bordes fimbriados, mide cerca de 4 cm. de diámetro. Las flores estaminadas brotan en grupos en pedúnculos largos y pilosos; llevan 5 estambres soldados en la base. Las pistiladas aparecen solitarias y sésiles, el ovario es largo y delgado, de 2 a 3 cm. de longitud, y el estilo termina en un estigma en forma de maza.

Fig. 34.23. *Trichosanthes anguina*.

La característica más notable en esta especie son los frutos largos y cilíndricos, que miden hasta 1,80 m. de longitud y de 4 a 8 cm. de diámetro, lisos, blancuzcos en la parte superior, verdes en la inferior, con estrias y rayas más oscuras. Cuando inician su crecimiento se les amarra una piedra pequeña en el ápice para que crezcan rectos. Se comen tiernos, cocinados, cortándolos en tajadas; en la madurez se desarrolla en el mesocarpo una capa de fibras.

CHAYOTE, *Sechium edule*

Sechium edule es originario de las regiones montañosas de Centro América y México. Su área de mayor variabilidad se encuentra de Guatemala a Panamá. En esa región se conoce con el nombre nahuatl de chayote; otro nombre común, choncho, se ha transformado en Sur América (Brasil) en xuxu, y en África tropical en chouchou. El chayote se cultiva en regiones subtropicales en América del Norte, África y Europa. Es poco conocido en Oriente.

Morfología general

Sechium edule es una planta perenne (Fig. 34.24), formada por numerosos tallos o bejucos muy ramificados, que llegan a medir hasta 10 m. de longitud. El sistema radical incluye tanto raíces fibrosas como de almacenamiento. Las últimas alcanzan gran tamaño y constituyen un alimento muy apreciado.

El tallo central se engruesa considerablemente con la edad, llegando a medir hasta 15 cm. de diámetro; está recubierto de una peridermis blanca y corchosa. Los tallos jóvenes, verdes y aristados, más o menos cilíndricos, tienen zarcillos de 3 ramas, que brotan opuestos a las hojas.

Los tallos del chayote contienen fibras y haces vasculares muy resistentes, y han sido utilizados en África para la elaboración de sombreros de paja. Las

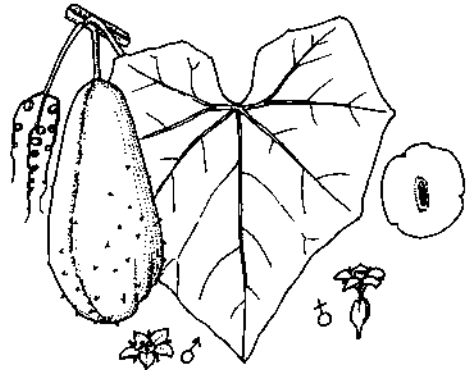


Fig. 34.24. *Sechium edule*, chayote.

partes apicales, como en otras Cucurbitáceas, se utilizan tiernas en la alimentación, cocinadas en sopas especialmente. Reciben en México y Centro América el nombre de quelites, y son de buen valor alimenticio.

Las hojas alternas, pecioladas, triangulares, de borde aserrado, tienen un recorte profundo en la inserción del peciolo y 2 lobos laterales agudos; miden de 10 a 30 cm. de largo por 5 a 20 cm. de ancho, y están cubiertas de pelos viscosos.

Las inflorescencias son estaminadas o pistiladas, y salen de la misma axila. Las flores estaminadas están colocadas en ejes de 8 a 30 cm. de largo, habiendo de 2 a 6 verticilos con 4 a 6 flores en cada uno. La flor individual tiene un pedúnculo corto; hay 5 sépalos verdosos, agudos y pequeños, que alternan con 5 pétalos amarillentos, de 8 a 10 mm. de largo. Los estambres son 5, unidos en la base. Hay 10 nectarios bien desarrollados.

La inflorescencia pistilada consta por lo común de una sola flor, en algunos casos de 2 ó 3, en un eje de 4 a 8 cm. de largo. El pistilo tiene el ovario cónico, carnoso, blancuzco, que se angosta en el ápice en un eje fino sobre el que están colocados el cáliz y la corola, similares a los de la flor estaminada; el estilo corto termina en un estigma discoide.

El fruto es una baya piriforme u ovoide, dividida en algunos casos por 5 ó más surcos longitudinales, otras veces lisa. Es por lo común aplanada, con un surco

profundo en el ápice, siguiendo el mayor eje transversal; miden hasta 20 cm. de largo por 12 cm. de ancho y 8 cm. de grosor. El pericarpo es blanco o verde, liso o con espinas, que son más numerosas en la zona apical. El mesocarpo verdoso o blanco, seco o suave, está formado básicamente de parénquima rico en almidón y agua; en él se hallan numerosos canales de mucílago, que son más activos en el fruto joven. En la parte interna hay una capa de consistencia fibrosa cuyo grosor varía según el cultivar. El endocarpo es un tejido compacto de parénquima.

La semilla grande, plana, está formada principalmente por 2 cotiledones blancos.

Viviparidad

Una característica interesante en el chayote es el crecimiento del embrión en el fruto cuando éste está aún unido a la planta. El hipocótilo crece y sale del fruto, apareciendo primero como una cuña que sobresale del surco transversal del ápice. Se enverdece y más adelante emite raicillas, mientras que del lado interno se desarrolla la plúmula que forma pronto hojas y zarcillos. Mientras tanto el embrión recibe sustancias nutritivas de la fruta a través de ciertas áreas de los cotiledones. De esa manera los tallos pueden crecer hasta varios metros de longitud a expensas del fruto, que se va secando y arrugando. Al sembrar chayotes se planta la fruta entera; la práctica de cortar parte de ella resta a la plántula los alimentos que necesita en su primer período de desarrollo.

Cultivares

Se conocen especialmente en Centro América, por lo menos 25 cultivares de chayote. Se diferencian en el tamaño y forma, desde algunos casi esféricos, de 4 a 5 cm. de longitud, hasta los elongados de 20 cm. de largo. El color del pericarpo varía de verde oscuro a blanco y la con-

sistencia de la pulpa de muy acuosa a sólida. También es muy diferente el número de espinas en el exterior de la fruta y la cantidad de fibras en el endocarpo.

TACACO, *Polakowskia tacaco*

Especie originaria de Costa Rica, que se cultiva rara vez en algunas regiones subtropicales.

Es una trepadora anual (Fig. 34.25), de tallos surcados, hasta de 10 m. de largo. Los zarcillos son fuertes, divididos en 5 ramillas; las hojas triangulares, con los bordes poco recortados, miden de 5 a 10 cm. de largo y de 6 a 12 cm. de ancho.

Las inflorescencias estaminadas son racimos hasta con 50 flores. Estas son pequeñas y verdosas, de 10 a 12 mm. de diámetro, con 5 sépalos y 5 pétalos, 5 estambres y 10 nectarios. Las flores pistiladas son más pequeñas, de 6 a 8 mm. de diámetro, solitarias en las mismas axilas de las inflorescencias estaminadas. El ovario es fusiforme, espinoso en la base.

El fruto aplanado, con 5 suturas longitudinales y espinas en la base, mide de 4 a 7 cm. de largo. El epicarpo es duro y como en el chayote se remueve después de cocido; el mesocarpo seco, harinoso, tiene en algunos cultivares mucha fibra en la porción interna. Hay una sola semilla, blanca, plana, elíptica, de 2 a 2,5 cm. de largo.

El fruto cocinado, tiene un sabor peculiar muy agradable; cuando están tiernos se preparan en encurtidos.

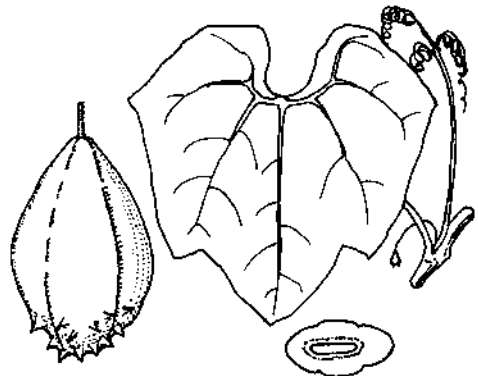


Fig. 34.25. *Polakowskia tacaco*, tacaco.

PASIFLORACEAS

El género americano *Passiflora* incluye numerosas especies frutales. Algunas de ellas crecen en zonas bajas y cálidas, otras en las tierras más frías de las cordilleras. Entre las primeras figuran *P. quadrangularis*, *P. macrocarpa*, *P. alata*, originarias de Brasil, de frutos grandes, con el mesocarpo carnoso y comestible, que se usan especialmente para refrescos y en menor grado como frutas frescas. En el grupo de las *Passifloras* de tierras altas, las más importantes son *P. ligularis* y *P. edulis*, de frutos de cáscara dura y mesocarpo seco, que se utilizan como frutas frescas o para jugos por los arilos acidulos y succulentos que rodean las semillas. *P. edulis* se cultiva y explota industrialmente en Hawaii y Australia.

Nombres

Las flores de estas especies llamaron la atención de los primeros misioneros europeos, quienes vieron en ellas la representación de los elementos de la pasión de Cristo, de donde deriva su nombre técnico. Los nombres colectivos para *Passiflora* en América tropical son: granadilla, por su parecido a la granada; curuba, que se aplica en Colombia tanto a estas especies como a un género afín, *Tacsonia*; parcha en Venezuela; maracujás, en Brasil.

Morfología general

Las *Passifloras* son plantas perennes, trepadoras, provistas de zarcillos. Estos órganos derivan de yemas axilares que forman primero un zarcillo y luego una flor. Las hojas son alternas, enteras o divididas, con pecíolos largos provistos de glándulas. Hay estípulas bien desarrolladas en algunas especies.

Las flores (Fig. 34.26) son de apariencia y estructura muy características. El pedúnculo tiene 2 ó 3 brácteas permanentes y termina en un receptáculo bien desarrollado. De éste sale primero el cáliz, compuesto de 5 sépalos divididos hasta la base; luego la corola formada por 5 pétalos, también libres, a menudo más cortos que los sépalos y finalmente una estructura especial, la corona. Esta se forma de 3 o más ciclos de apéndices, los externos aciculares, los más internos a menudo reducidos a papilas cortas. Por los colores muy llamativos de la corona se cultivan va-

rias especies como ornamentales. La corona tiene en la base una prolongación hacia el centro de la flor, el opérculo, que cierra una cámara interna provista de nectarios. De la parte central de la flor sale una columna o androginóforo, gruesa en la base, que lleva el pistilo terminado en 3 estigmas largos y 5 estambres con anteras bien desarrolladas.

Los frutos son bayas de cáscara carnosa o seca. Las semillas salen en 3 placentas parietales, y están rodeadas de arilos carnosos de sabor ácido, aromático, muy agradable en algunas especies.

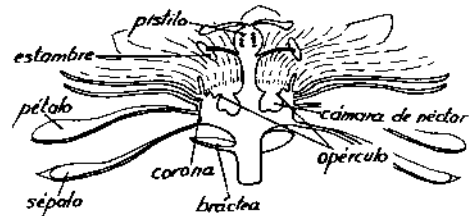


Fig. 34.26. *Passiflora* sp. Granadilla. Estructura de la flor.

Biología floral

Los fenómenos de biología floral se han estudiado especialmente en *P. edulis*, en Hawaii. En esta especie existe una larga estación de florecencia que dura de 8 a 9 meses. Las flores se abren por la tarde y son visitadas por muchos insectos atraídos por el color y aroma. Los insectos llevan el polen de una flor a otra o lo depositan en la misma flor; si el estigma está receptivo, lo que se reconoce por su posición horizontal, puede haber fertilización. Sin embargo, se ha deter-

minado que en esta especie la autoincompatibilidad es muy alta y es la causa principal del bajo número de frutos que se forman en condiciones naturales. Sólo la polinización cruzada puede favorecer una buena cosecha. El tamaño de los frutos depende de la cantidad de polen recibido. En polinizaciones a mano, si se aplica polen en gran cantidad, se obtienen frutos mucho mayores que los normales.

En otras especies se ha observado que las anteras emiten polen antes de que los estigmas estén receptivos, lo que hace aun más necesaria la polinización cruzada.

GRANADILLA DULCE, *Passiflora ligularis*

Esta es la especie más importante en América tropical. Crece especialmente arriba de los 1.000 m., desde México a Bolivia (Fig. 34.27). Es una trepadora vigorosa de tallos cilíndricos y hojas de 8 a 14 cm. de largo. La lámina acorazonada, con el margen liso, es de color verde oscuro a azulado. El peciolo tiene 3 pares de glándulas finas y alargadas. Las flores miden de 6 a 8 cm. de diámetro; los sépalos y pétalos son blancuzcos o amarillentos y la corona con bandas alternas, moradas y blancas.

El fruto es una cápsula ovoide o elipsoidal, sostenida por un pedúnculo largo que tiene 2 brácteas y mide de 6 a 12

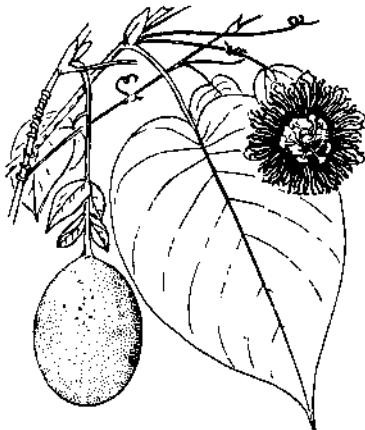


Fig. 34.27. *Passiflora ligularis*, granadilla, parcha.

cm. de largo. La cáscara es dura, amarilla con puntos blancos, con 6 líneas del ápice a la base, de color amarillo uniforme. El epicarpo se forma de varias capas de células cortas y de paredes muy gruesas, amarillas y aunque mide menos de 1 mm. de espesor, le da una gran solidez a la fruta. El mesocarpo es blanco, esponjoso, seco, de 5 mm. de grueso. El epicarpo duro y mesocarpo seco favorecen el almacenamiento y transporte de las granadillas. La pared del ovario está representada en los frutos maduros por una fina membrana blanca. En el interior de la fruta las semillas se agrupan en 3 placentas longitudinales situadas en las paredes de la fruta. Las semillas son planas, elípticas, negras, rodeadas de un arilo transparente que es la parte comestible. Este arilo se compone de parénquima que contiene azúcares y principios ácidos que determinan un sabor muy agradable.

GRANADILLA MORADA, MARACUYA, *Passiflora edulis*

Especie de distribución geográfica igual a la anterior (Fig. 34.28); se cultiva intensamente en Hawaii, Australia, Africa del Sur, Venezuela, y otros países para la producción industrial de jugo. Para ese

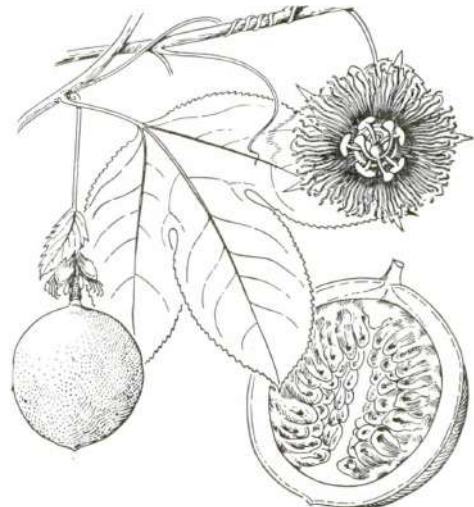


Fig. 34.28. *Passiflora edulis*, granadilla, maracuyá.

propósito se planta la variedad *flavicarpa*, de frutos con pulpa acidula y amarillenta.

Es una trepadora de tallo cilíndrico y hojas trilobuladas con bordes aserrados, de color verde oscuro en el lado superior, que miden de 8 a 16 cm. de largo. El peciolo tiene 2 nectarios o glándulas cortas cerca de la inserción de la lámina.

Las flores de unos 5 cm. de diámetro, tienen sépalos y pétalos amarillentos, y las partes de la corona finas y onduladas, con la mitad inferior morada y la superior blanca.

El fruto de 5 a 8 cm. de largo, casi esférico u ovoide, es de color purpúreo en la madurez, o amarillo en la variedad de mayor cultivo. Las semillas están rodeadas por un arilo amarillento, de sabor acidulo y aromático. Cuando la fruta llega a la madurez completa se arruga y cae, mientras que en la especie anterior permanece lisa.

GRANADILLA REAL, BADEA, MARACUYA-CASCUDO, *Passiflora quadrangularis*

Especie tropical que crece desde el nivel del mar hasta los 800 m. Es una trepadora vigorosa (Fig. 34.29) de raíces carnosas y tallos verdes con 4 alas. Las hojas ovales, de color verde claro, cordadas en la base, miden de 10 a 25 cm. de largo y de 7 a 15 cm. de ancho y tienen los bordes enteros y ondulados. El peciolo tiene 3 aristas, la inferior más desarrollada, y 3 glándulas aplanadas en la base. En esta especie las estipulas miden hasta 5 cm. de largo.

Las flores de 8 a 12 cm. de diámetro, llevan en la base 3 brácteas verdosas; los sépalos son carnosos, verdes en el lado externo, blancos o rosados en el interno; los pétalos rojos en el lado interno, rosados o blancos en el externo. La corona se forma de 5 ó 6 ciclos de apéndices; los 3 más internos reducidos a papilas cortas y rosadas, los 2 externos de filamentos largos, hasta de 5 cm. de longitud. Los apéndices tienen en la base ban-

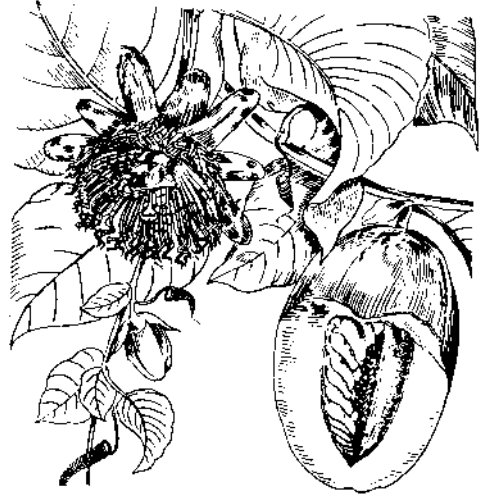


Fig. 34.29. *Passiflora quadrangularis*, granadilla real. Tumbo.

das rojizas, hacia el medio son de color lila y blancos en el ápice.

El fruto es elipsoidal u ovoide, con la base y el ápice hundidos, de 12 a 24 cm. de largo por 8 a 16 cm. de ancho, de color verde claro, brillante. El epicarpo es delgado y quebradizo. El mesocarpo, de 2 a 3 cm. de grueso, es carnosos, blancuzco, insípido. Las semillas están rodeadas de un arilo amarillento y acidulo. En algunos lugares los frutos tiernos se comen como verdura; maduros se utilizan especialmente en refrescos.

Afines a la especie anterior en la estructura del fruto y usos similares, son las especies brasileñas *Passiflora macrocarpa*, cuyos frutos llegan a medir hasta 20 cm. de largo, *P. alata* y *P. maliformis*.

TACSO, *Passiflora mollissima*

Especie de las tierras altas de Sur América, de hojas trilobuladas y flores con el tubo de la corola muy largo, de 6 a 10 cm. de longitud y pétalos cortos y rosados. La corona está reducida a filas de papilas diminutas. Los frutos oblongos, de 5 a 8 cm. de largo, de color amarillo, están cubiertos de pubescencia fina; se comen crudos o en refrescos.

Passiflora laurifolia

Esta especie es menos cultivada en América que las anteriores. Es una trepadora de tallo cilíndrico con hojas ovadas u oblongas de 6 a 12 cm. de largo, el pecíolo con glándulas cerca de la lámina. Las flores de 5 a 10 cm. de diámetro, tienen pétalos blancos con manchas rojas y la corona con bandas alternas de morado y blanco. El fruto elipsoidal, de 5 a 8

cm. de largo, está cubierto por 3 grandes brácteas. Es amarillo en la madurez, con la pulpa blanca y carnosa.

En América tropical, especialmente en las tierras altas, hay otras especies interesantes de *Passiflora* que se comen crudas o se utilizan en la preparación de jugos y refrescos.

REFERENCIAS

- AKAMINE, E. K. y GIROLAMI, G. Pollination and fruit set in the yellow passion fruit. Hawaii Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin no. 39. 1959. 44 p.
- ALONSO OLIVE, R. A. Observaciones sobre el cultivo y mejoramiento de la fruta bomba. Santiago de las Vegas (Cuba), Estación Experimental Agronómica. Boletín no. 67. 1952. 160 p.
- ARNOLD, G. H. y BAAS-BECKING, L. G. M. Notes on the stem structure of *Carica papaya*. Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg 51:199-230. 1949.
- BAILEY, L. H. The domesticated *Cucurbita*. Gentes Herbarum 2:63-115. 1929.
- . Species of *Cucurbitae*. Gentes Herbarum 6:267-332. 1943.
- BECKER, A. The production of papain. An agricultural industry for tropical America. Economic Botany 12:62-79. 1958.
- BUKASOV, S. M. Las plantas cultivadas en México, Guatemala y Colombia; con suplemento de N. N. Kuleshov y otros. Trad. de la versión en inglés de M. H. Byleveld, y anotado por Jorge León. Lima, IICA, Zona Andina, 1963. 261 p. (IICA, Publicación Miscelánea no. 20).
- CASSERES, E. Producción de hortalizas. Lima, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1966. 280 p. (IICA. Textos y Materiales de Enseñanza no. 16).
- CHATEAU, R. Notes sur le genre *Carica*. Bulletin Agricole du Congo Belge 46:261-270. 1955.
- COOK, O. F. The chayote: a tropical vegetable. U.S. Department of Agriculture, Division of Botany. Bulletin no. 28. 1901. 31 p.
- CUTLER, H. C. y WHITAKER, T. W. History and distribution of the cultivated cucurbits in the Americas. American Antiquity 26:469-485. 1961.
- DIGUET, L. Les cactacées utiles du Mexique. Archives d'Histoire Naturelle 4:1-551. 1928.
- HAMILTON, R. A. A quantitative study of growth and fruiting in inbred and crossbred progenies from two Solo papaya strains. Hawaii Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin no. 20. 1954. 38 p.
- HAYWARD, H. E. Cucurbitaceae, *Cucurbita* spp. In ————. La estructura de las plantas útiles. Versión española por O. Núñez. Buenos Aires, Acme, 1953. pp. 580-614.
- HOFMEYER, J. D. J. Genetical studies of *Carica papaya*. I. The inheritance and relation of sex and certain plant characteristics. II. Sex reversal and sex forms. South Africa. Department of Agriculture. Scientific Bulletin no. 187. 1938. 64 p.
- HOROVITZ, S. ZERPA, D. M. DE y ARNAL, H. Frecuencia de equilibrio de las formas sexuales de *Carica papaya* L. Agronomía Tropical (Venezuela) 3:149-174. 1953.

- KOBIAKIVA, J. A. The bottle gourd. *Lagenaria vulgaris*, Ser., a relic crop. Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding (Leningrad) 23:475-520. 1943.
- LEWIS, T. y WOODWARD, E. F. Papain. The valuable latex of a delicious tropical fruit. Economic Botany 4:192-194. 1950.
- LISBOA, A. Cultura da bucha. Rio de Janeiro, Ministerio de Agricultura, 1945. 31 p. (*Luffa spp.*).
- OCHSE, J. J. y BRINK, R. C. B. VAN DEN. Vegetables of the Dutch East Indies. Buitenzorg, Java, Archipel drukkerij, 1931. 1005 p.
- POPE, W. T. The edible passion fruit in Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 74. 1935. 22 p.
- PORTERFIELD, W. M. Loofah, the sponge gourd. Economic Botany 9:211-223 1955.
- ROMERO-CASTAÑEDA, R. Plantas de valor comercial del género *Passiflora*: granadilla, curuba, badea y otras. Agricultura Tropical (Colombia) 12:403-407. 1956.
- SINCH, D. Ovule and seed of *Secchium edule*, Sw. a reinvestigation. Current Science 34: 696-697. 1965.
- SORNAY, P. DE. Les cucurbitacées tropicales (*Telfairia pedata* Hook) (Citrouille a huile) Agronomie Coloniale 75:78-84. 1924.
- STOREY, W. B. The botany and sex relationships of the papaya. In JONES, W. W. et al. Papaya production in the Hawaiian Islands. Hawaii Agricultural Experiment Station. Bulletin 87. 1941. pp. 5-22.
- TAVARES, S. Anatomia foliar do mamoeiro. *Carica papaya* L. Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronomicas (Pernambuco) 5:259-303. 1960.
- URBINA, M. Notas acerca de los ayotli de Hernández o calabazas indígenas. Anales del Museo Nacional (México) 1:353-390. 1903.
- WHITAKER, T. W. y BOHN, G. W. The taxonomy, genetics, production and uses of the cultivated species of *Cucurbita*. Economic Botany 4:52-81. 1950.
- _____ y DAVIS, G. N. Cucurbits: botany, cultivation and utilization. London, Leonard Hill, 1962. 250 p.
- _____ y CUTLER, H. C. Cucurbits and culture in the Americas. Economic Botany 19:344-349. 1965.
- ZHITINEVA, N. E. The world's assortment of pumpkins. Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding (Leningrad) 23: 157-207. 1930.

FLACURTIACEAS. BIXACEAS.

35

FLACURTIACEAS

Varias especies de Flacurtiáceas exóticas, africanas o asiáticas, se cultivan en los trópicos americanos por sus frutos, como ornamentales, o para formar setos vivos por su crecimiento compacto y tallos espinosos.

CIRUELA GOBERNADORA, *Flacourtia indica (F. ramontchi)*

Arbusto originario de Africa (Fig. 35.1) de crecimiento rápido, que alcanza de 5 a 25 m. de altura, con el tronco corto y muy ramificado y provisto de abundantes espinas. Las hojas alternas, elípticas a ovadas, miden de 6 a 15 cm. de largo por 3 a 6 cm. de ancho; el borde es aserrado y la lámina lisa, verde oscura y brillante en el lado superior. Las flores unisexuales son blancuzcas y pequeñas, en racimos axilares de muchas flores; tienen de 3 a 6 sépalos verdosos, pubescentes y carecen de corola. En las flores pistiladas el ovario es grande, y el estilo corto y macizo termina en varias ramas estigmáticas. Las estaminadas llevan numerosos estambres con anteras cortas, y por lo común al centro hay un ovario rudimentario.

Los frutos son drupas esféricas, de 2 a 2,5 cm. de diámetro, de color rojo vivo

en la madurez, con el estilo persistente en el ápice. La pulpa delgada, ligeramente amarillenta, jugosa y ácida, envuelve varias semillas planas. Las frutas se comen frescas o en jaleas.

RUKAM, *Flacourtia rukam*

Originaria de Asia y del archipiélago malayo, es muy semejante a la especie anterior. Es un árbol dioico, que se ramifica desde la base, sin espinas en las formas cultivadas. Las hojas lanceolado oblongas miden de 5 a 15 cm. de largo, y tienen los bordes más aserrados que en la especie anterior. Los frutos esféricos, de 2 a 2,5 cm. de diámetro, color violeta o púrpura oscuro, tienen la pulpa ácida envolviendo varias semillas. Es una fruta demasiado astringente para comerse cruda; se la consume en jaleas y mermeladas.



Fig. 35.1. *Flacourtia indica*, ciruela gobernadora.

LOVI-LOVI, *Flacourtia inermis*

Arbol bajo, de tronco irregular, sin espinas. Las hojas ovado elípticas, grandes y suaves, de 10 a 20 cm. de largo por 5 a 10 cm. de ancho, tienen los bordes aserrados. Las flores son hermafroditas, con 3 a 5 sépalos verdosos y pubescentes; faltan los pétalos. Los estambres son muy numerosos; el estilo corto y grueso termina en 5 ramas estigmáticas.

El fruto es una drupa esférica, de unos 2 cm. de diámetro, roja, de pulpa amarillenta, ácida y astringente. Los frutos se comen crudos, pero más corrientemente en jaleas y conservas.

KITEMBILLA, *Dovyalis hebecarpa* (*Aberia gardneri*)

Arbusto nativo de Ceilán, de ramas finas y espinudas. Las hojas alternas, lanceoladas miden de 5 a 10 cm. de longitud. La kitembilla es unisexual, de flores ver-

dosas y pequeñas. El fruto es esférico, de 2 a 2,5 cm. de diámetro, rojo oscuro y cubierto de una pubescencia fina. La pulpa es rosada, ácida, astringente y contiene varias semillas.

KEI, *Dovyalis caffra* (*Aberia caffra*)

Arbusto africano, con espinas cortas y duras y follaje abundante y compacto. Las hojas son ovado oblongas, de 4 a 6 cm. de largo, corrientemente en grupos en la base de las espinas. Las flores unisexuales pequeñas, de cáliz amarillo, no tienen pétalos. Los frutos son esféricos o aplanados, de 2 a 2,5 cm. de diámetro, amarillos y brillantes. La pulpa es amarilla, aromática, ácida y jugosa, y rodea de 4 a 16 semillas aplanadas. La fruta se usa principalmente para jaleas y conservas.

Se cultiva también otra especie, *Dovyalis abyssinica*, de frutos superiores por su tamaño y sabor.

BIXACEAS

La pequeña familia de las Bixáceas comprende un solo género, *Bixa*, con una especie cultivada y varias silvestres en la cuenca amazónica.

ACHIOTE, URUCU, ONATO, *Bixa orellana*

El achiote es uno de los tintes vegetales más usados para colorear alimentos, como sopas, arroz y carnes. Recientemente su uso se ha extendido a la coloración de productos industriales: mantequilla, queso, margarina. Además de su valor como colorante, contiene vitamina C en cantidades apreciables. También se le cultiva como ornamental por el follaje, de un hermoso color bronceado y por sus flores rosadas muy atractivas.

Origen

A la llegada de los europeos el achiote era cultivado desde México hasta Brasil. Su área de origen es posiblemente la hoya amazónica, en la que se hallan silvestres las otras 2 ó 3 especies del género. Es posible que el primer uso del achiote fuera para pintura y tatuaje del cuerpo, como aún se utiliza entre ciertas tribus salvajes de Sur América; además de colorante ofrece protección contra las picaduras de insectos y tiene propiedades cicatrizantes.

Morfología general

El achiote (Fig. 35.2 A) es un árbol bajo, de copa redonda, que excepcionalmente alcanza los 10 m. de altura. De la

corteza del tronco y ramas brota un látex rojo.

Las hojas acorazonadas, alternas, miden de 10 a 20 cm. de largo; es característico que varios nervios principales salgan de la inserción del pecíolo.

Las flores (Fig. 35.2 B) aparecen en panículas terminales. El cáliz se forma de 5 sépalos cortos y duros; la corola de 5 pétalos obovados, cóncavos, de 1 a 2 cm. de largo, rosados o blancos según el cultivar. Los estambres son muy numerosos; el pistilo tiene el ovario elipsoidal súpero, y termina en un estilo sencillo, a veces doblado.

El fruto del achiote (Fig. 35.2 C) es una cápsula dehiscente, hemisférica, ovoide, elipsoidal o cónica, cubierta de espinas largas y suaves en la mayoría de los cultivares, lisa en algunos mutantes africanos. Son rojas o verdes en la madurez y se abren en 2 valvas. Las paredes son delgadas y en el lado interno de cada valva hay una placenta que se prolonga en una membrana blanca, adherida en parte a la pared del fruto.

Cada placenta lleva numerosas semillas (Fig. 35.2 D-E) obcónicas o piramidales, de 3 a 4 mm. de largo, recubiertas por una membrana fina y blanquizca. Debajo de ésta hay una capa de parénquima acuoso que contiene el tinte, el cual conforme madura el fruto aparece

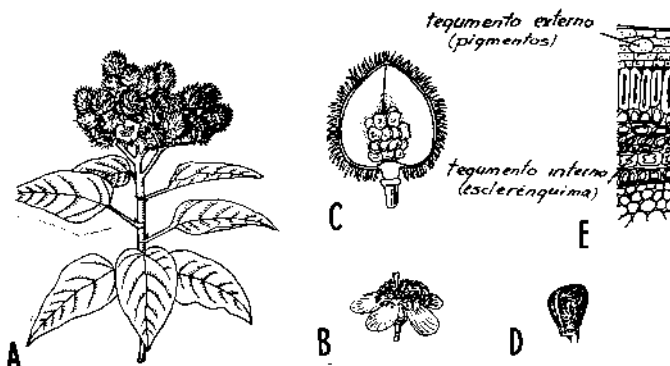


Fig. 35.2. *Bixa orellana*, achiote. A, rama con fruto. B, flor. C, cápsula abierta longitudinalmente. D, semilla. E, corte de la semilla.

en la superficie de las semillas en papilas rojas que llegan a cubrirlas por completo. El producto comercial, achiote o annatto, contiene un tinte amarillo, la bixina, que se diluye fácilmente en agua o en alcohol. No es permanente a la luz y por eso no se le usa para colorear telas. Es rico en vitamina C, de modo que agrega algunos elementos nutritivos a la alimentación en que se usa como colorante. Los frutos maduros se remojan y abren y las semillas se colocan en agua para disolver el tinte; por evaporación se obtiene el achiote del comercio que es una pasta oscura y suave.

Variabilidad

El achiote presenta una variación amplia. Los tipos difieren por el color de las flores y en particular por la forma del fruto. Los cultivares de frutos cónicos son más rendidores que los de frutos hemisféricos, no por contener más tinte en las semillas sino por producir más frutos. Estudios recientes muestran que la concentración de colorante llega al 5 por ciento en los tipos de frutos hemisféricos, a 3,5 por ciento en los cónicos y baja a 1,5 a 2 por ciento en los ovoides.

REFERENCIAS

- HARTLEY, C. W. S. *Flacourtia inermis*, rokam masam. Malayan Agricultural Journal 33(1): 93-97. 1950.
- MOOMAW, J. C. y MATSUMOTO, H. Plant products of economic potential in Hawaii. I. Bixin. Hawaii Agricultural Experiment Station. Technical Progress Report N° 129. 1961. 7 p.
- MORTON, J. F. Can annatto (*Bixa orellana* L.) an old source of food color, meet new needs for a safe dye? Proceedings of the Florida State Horticultural Society 73:301-309. 1961.
- OCHSE, J. J. y BRINK, R. C. B. VAN DEN. Fruits and fruit culture in the Dutch East Indies. Batavia, Kolff, 1931. 180 p.
- _____ et al. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Trad. del inglés por Alonso Blackaller Valdés. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, 1965. 2 v.
- RUEHLE, G. D. Two new fruits for South Florida. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 66:190-192. 1953.
- SANCHEZ, M. R. El achiote. Agricultura Tropical (Colombia) 21:224-227. 1965.
- THE CULTIVATION of annatto. Farmer (Jamaica) 67(5-6):156-158. 1962.

HONDAPARA, *Dillenia indica*

Este hermoso árbol cultivado como ornamental en muchos sitios de América, es originario de los trópicos indomalayos, donde se le planta por sus frutos (Fig. 36.1).

Alcanza hasta 8 m. de altura, y sus ramas salen simétricamente del tronco. Las hojas se agrupan en los extremos de las ramillas; son obovadas u oblongas, de 15 a 25 cm. de largo por 6 a 8 cm. de ancho, de borde aserrado y ápice acuminado, verde brillante arriba, con los nervios hundidos. Las flores muy grandes, nacen solitarias en las axilas de las hojas. El cáliz se forma de 5 sépalos duros y cóncavos; la corola, de 15 a 22 cm. de diámetro tiene 5 pétalos blancos. El centro de la flor está ocupado por una masa de numerosos estambres y por el gineceo, compuesto de muchos carpelos que terminan en un ápice en forma de estrella.

El fruto oblado, de 10 a 15 cm. de diámetro, está cubierto por los sépalos du-

ros y persistentes, que lo envuelven por completo. La masa central de carpelos, de color verdoso, tiene un sabor que recuerda a la manzana. Los frutos se comen cocinados y en Oriente se emplean para preparar salsas.

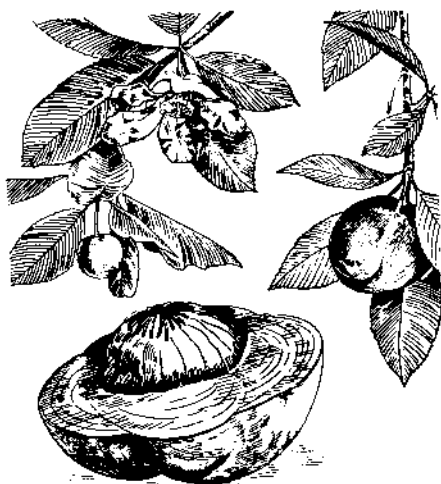


Fig. 36.1. *Dillenia indica*, hondapara.

REFERENCIAS

GILG, E. & WERDERMANN, E. Dilleniaceae.
In Engler, A. y Prantl, K. Die Naturlichen

Pflanzenfamilien, 2nd ed. Berlin, Duncker &
Humblot, 1960. Vol. 21, pp. 7-36.

PROTEACEAS

MACADAMIA, *Macadamia integrifolia*, *M. tetraphylla*

Las nueces de macadamia son de la más alta calidad por su sabor y valor nutritivo. Su producción comercial está concentrada en Hawaii. En Australia hay huertos pequeños y se recogen las semillas de árboles silvestres. En América Latina se hallan árboles aislados, sin que se haya hecho todavía ningún esfuerzo serio para establecer plantaciones comerciales.

Las macadamias crecen mejor desde 300 m. hasta 1500 m. de altura, y bajo condiciones de humedad y suelo muy diferentes, pero no prosperan en suelos de drenaje pobre.

Origen y sistemática

La macadamia y los eucaliptos son las únicas especies cultivadas de origen australiano. Las primeras crecen naturalmente en las selvas tropicales húmedas de Queensland. Se reconocen en la actualidad dos especies con nueces comestibles: *Macadamia integrifolia* y *M. tetraphylla*. *M. integrifolia* tiene frutos lisos, esféricos o casi esféricos; 3 hojas por nudo; flores blancas y hojas nuevas verdes o bronceadas. Esta especie se halla en las áreas más

tropicales de la dis-
género.

M. tetraphylla tiene frutos de cáscara rugosa; 4 hojas por nudo; flores rosadas o moradas y hojas nuevas rosadas o rojizas. Crece naturalmente en áreas menos tropicales. El hecho de que las diferencias entre *M. integrifolia* y *M. tetraphylla* no son muy marcadas y de que hay poblaciones que se sospecha sean híbridas, indica que posiblemente se trata de una sola especie.

Morfología general

Las macadamias (Fig. 37.1 A) son árboles bajos, hasta de 15 m. de alto, de follaje muy hermoso. Las hojas salen en grupos de 3 a 4; son espatuladas, delgadas pero muy duras, de 18 a 40 cm. de largo y 3 a 8 cm. de ancho. Lo más notable en ellas son los bordes marcadamente ondulados, que terminan a menudo en espinas o pueden ser lisos. El lado superior de las hojas es verde oscuro y brillante.

Las flores aparecen en racimos colgantes, de 100 a 300 flores, en grupos de 2 a 4 por axila. La flor individual (Fig. 37.1 G-H) sostenida por un pedúnculo

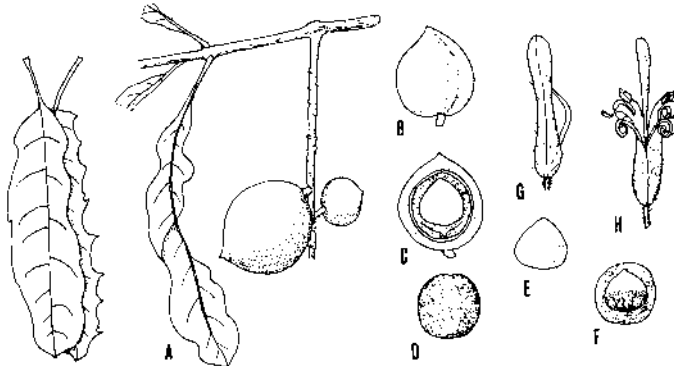


Fig. 37.1. *Macadamia integrifolia*. A, rama. B, fruto. C, corte transversal mostrando la nuez y la semilla. D, nuez. E, semilla comestible. F, cavidad de la nuez mostrando la cara interna, clara en la zona apical, oscura en la basal. G, botón floral con el estilo. H, flor abierta.

corto y piloso, tiene el perianto formado sólo por el cáliz en forma de tubo, de 10 a 14 mm. de largo, blanco o rosado, que se abre arriba en 4 sépalos de ápices muy recurvados. Hay 4 estambres fijados a los sépalos por filamentos cortos. El pistilo está colocado sobre un disco y termina en un estilo largo y doblado en ángulo obtuso.

Biología floral

Como en otras Proteáceas las flores de un racimo se abren en orden, primero las de la base. Antes de abrirse una flor el estilo crece dentro de ella y al encontrar cerrada la parte superior del perianto se dobla al medio hasta que logra romper el cáliz y sale entre dos sépalos. En el momento de abrirse la flor ya hay gran cantidad de polen en el estilo. Esto parece indicar que la autofertilización sería normal en *Macadamia*, pero en muchos árboles se presenta autoincompatibilidad en diversos grados. Por eso, de los centenares de flores contenidas en un racimo, sólo unas 20 se desarrollan en frutos.

Fruto y semilla

El fruto de la *Macadamia* (Fig. 37.1 B-C) es un folículo más o menos esférico,

de 2,5 a 5 cm. de largo con ápice corto y duro. El pericarpo es carnoso, verde externamente; adentro hay una sola nuez, rara vez dos. La nuez (Fig. 37.1 D-F) es esférica y lisa en *M. integrifolia*, de unos 2 a 2,5 cm. de diámetro, ligeramente elipsoidal y rugosa en *M. tetraphylla*. Contiene una semilla (Fig. 37.1 E) cuyos cotiledones ocupan la mayor parte de ella, y un embrión pequeño. La nuez sale cuando el pericarpo se abre por sus líneas de sutura. La semilla, recubierta por una cáscara gruesa, se extrae mecánicamente. Es de sabor delicioso, y altamente nutritiva; contiene 9 por ciento de proteínas y 78 por ciento de grasas. El contenido de grasas en *M. tetraphylla* es un poco más bajo que en *M. integrifolia*, en la cual llega alrededor del 72 por ciento.

Variabilidad

Los cultivares preferidos actualmente son del tipo de cáscara lisa. En Hawaii se estudió la variación de progenies, la cual resultó ser tan marcada que obligó a establecer clones selectos; éstos producen de 3 a 5 veces más que las plantas de semilla de la misma edad y tamaño. Es necesario en ciertos casos que haya abundancia de polen compatible para obtener un buen número de frutos por

árbol, y los clones producen mejor según se adapten a las condiciones locales.

La forma más corriente de propagación es por injerto de púa.

REFERENCIAS

HAMILTON, R. A. y FUKUNAGA, E. T. Growing macadamia nuts in Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 121. 1959. 51 p.

_____ y FUKUNAGA, E. T. El cultivo de la nuez de macadamia en Hawaii. Traducción al español. San José, Costa Rica, Banco Nacional, 1965? 68 p.

HARTUNG, M. E. y STOREY, W. B. The development of the fruit of *Macadamia ternifolia*. Journal of Agricultural Research 59(6):397-406. 1939.

LIRATA, V. Pollination requirements of *Macadamia*. Hawaii Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin no. 22. 1954. 40 p.

PIPERACEAS

38

La familia de las Piperáceas incluye especies tropicales, arbustivas o trepadoras, ricas en aceites en las hojas, frutos y semillas. En ellas, se cuenta la pimienta y otras especias menores, así como varias plantas medicinales.

PIMIENTA, *Piper nigrum*

La pimienta negra es la especia de más valor comercial. Su área principal de producción está en los trópicos asiáticos; en América se cultiva en la región amazónica de Brasil y Perú.

La pimienta es una de las especias de uso más antiguo. Su domesticación ocurrió posiblemente en India, y pudo ser posterior a la de su congénere, *Piper longum*. De India se extendió al archipiélago indomalayo, y los granos secos fueron conocidos en Europa antes de la era cristiana. Sin embargo, fue hasta después de que los árabes abrieron el camino de las especias entre India y Europa en los siglos X a XII, que la pimienta alcanzó altos precios y fue uno de los incentivos más poderosos para iniciar las grandes exploraciones europeas del siglo XV.

Morfología general

La pimienta negra (Fig. 38.1 A) es una trepadora herbácea, de tallos muy ramifi-

cados que pueden alcanzar gran longitud. En cultivo se le suplen soportes, vivos o inertes, en los que se arrolla formando una gran masa de follaje. El tallo está dividido por nudos engrosados de los que salen raíces y hojas. La estructura del tallo (Fig. 38.1) en corte transversal, muestra que debajo de la epidermis formada por células de paredes gruesas, hay una capa cilíndrica de colénquima que da consistencia al tallo, seguida por una banda de parénquima. Luego se hallan en círculo interrumpido los haces vasculares menores y al centro, hacia la médula, 5 ó más haces mayores también dispuestos en círculo. Esta estructura da al tallo una gran flexibilidad y constituye un sistema eficiente para el transporte de agua y sustancias nutritivas.

Hojas

El pecíolo de las hojas nuevas está cubierto por catáfilos angostos que se tornan negros y caen una vez que la hoja está desarrollada. Las hojas en el tallo

están dispuestas en forma alterna, saliendo de los nudos; tienen pecíolos cortos de 1,5 cm. o menos. La lámina es dura, ovada a lanceolada, de 8 a 24 cm. de largo por 5 a 12 cm. de ancho, redonda en la base y de ápice agudo, verde oscuro brillante arriba, más clara en el lado inferior. Hay un nervio central del que salen 2 pares de nervios laterales opuestos, el primero cerca de la base y el segundo un poco más abajo, dando la impresión de que hay 5 nervios principales. Los nervios transversales secundarios dan una ondulación característica a la lámina.

Inflorescencia

Las flores brotan en espiral en inflorescencias densas, cilíndricas, de 3 a 15 cm. de largo. Esta inflorescencia, llamada corrientemente espiga, es más parecida a un amento, pues en la maduración los frutos no se desprenden separadamente, sino que caen junto con el eje floral. La inflorescencia contiene de 70 a 100 flores bisexuales. En algunos casos hay flores estaminadas, las cuales se concentran en la parte inferior de la espiga. Las flores son sésiles y están hun-

didadas en un raquis grueso y anguloso.

La flor bisexual (Fig. 38.1 C) está rodeada en su base por 4 brácteas, que a veces se agrandan y cubren las flores contiguas. El ovario ocupa el centro de la flor y está rodeado de pelos finos; es de forma elipsoidal y contiene un solo óvulo en una placenta basal; termina en 3 a 5 ramas estigmáticas en forma de estrella. Los estambres son generalmente 2 ó 3, y es muy frecuente que haya varios estaminodios.

Biología floral

Las flores de una espiga se abren sucesivamente de la base al ápice. Cuando están receptivas el ovario es blanco, tornándose luego de color castaño. La lluvia y la humedad del aire contribuyen a prolongar su receptividad. Los estambres sueltan polen cuando el ovario ya ha madurado, de modo que la autopolinización ocurre muy pocas veces. Sin embargo, en una inflorescencia el polen de las flores situadas en la parte superior puede fertilizar a las inferiores. Sólo un número reducido de flores, unas 50 por inflorescencia, logran ser fertilizadas.

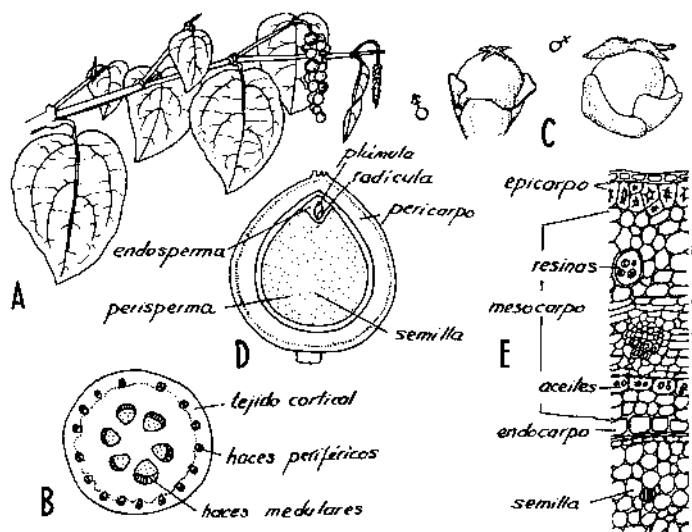


Fig. 38.1. *Piper nigrum*, pimienta. A, porte. B, corte transversal del tallo. C, flores. D, y E, fruto.

Fruto y semilla

Los frutos no se desarrollan al mismo tiempo, y en un racimo es posible encontrar completamente maduros y rojos, así como jóvenes y verdes. El fruto (Fig. 38.1 D-E) es una drupa esférica, de unos 5 mm. de diámetro, con los restos de los estigmas en el ápice. En corte transversal aparece primero la epidermis, de células isodiamétricas con la pared externa muy gruesa, debajo de la cual hay una hipodermis formada de esclereidas, entre las que se encuentran grupos de células de paredes más delgadas. La zona siguiente, el mesocarpo, está constituida por tres tipos de tejidos: el primero es una banda de parénquima con células de resina; debajo hay otro que contiene haces vasculares aislados; el tercero es una banda amplia de parénquima, de células alargadas en sentido tangencial que en sus estratos más internos contienen grandes gotas de aceite, en el cual se encuentran principios aromáticos no picantes, que dan el olor típico de la pimienta. El endocarpo es una sola capa de células, cuyas paredes radiales e internas están mucho más engrosadas que las otras. Los tejidos que rodean la semilla se mantienen íntegros en lo que se conoce en el comercio con el nombre de pimienta negra. Cuando se quitan los estratos externos, de la capa de haces vasculares hacia afuera, el color del fruto se torna grisáceo y el producto se denomina pimienta blanca. Esta se reconoce por los rebordes longitudinales, que son los haces vasculares.

En la semilla propiamente dicha hay dos capas externas: epidermis exterior, de células isodiamétricas, e interior, de células alargadas en sentido radial y una cutícula delgada. Una pequeña porción de la semilla hacia el exterior está ocupada por el embrión, rodeado de endosperma, pero la mayor parte de su volumen se forma de episperma. Aunque éste contiene principalmente almidón, su constituyente más importante son las resinas en las que se hallan los principios picantes, particularmente un alcaloide, piperina, que consti-

tuye del 5 al 9 por ciento del volumen en los tipos comerciales de pimienta.

Las espigas se recogen a mano, y se preparan en dos formas comerciales. Para la pimienta negra se recogen cuando hay unos pocos frutos maduros; se someten a un tratamiento con agua caliente, a menudo se ahuman, y luego se secan artificialmente. Para la pimienta blanca las espigas se cortan cuando tienen muchos granos rojos y maduros, los cuales se sumerjen en agua corriente; luego se remueve la parte externa del fruto y se le somete después a secado artificial.

Variabilidad

Las selecciones más corrientes en cultivo proceden de India. Son clones escogidos por su alta productividad como 'Kallivalli' o por tener cosecha concentrada en un período corto, como los 'Balamcotta', o por su alto contenido en sustancias picantes, como 'Tang'. Estos clones se propagan enraizando tallos de 5 a 6 nudos o estacas de una sola hoja. Los clones son de producción uniforme y dan las primeras cosechas varios años antes que las plantas de semilla. Los problemas más serios en el cultivo de la pimienta son las enfermedades y nematodos que atacan las raíces y a los cuales no se conocen cultivares resistentes.

PIMIENTA LARGA, *Piper longum*, *P. retrofractum*

Estas especias, mucho menos corrientes que la anterior, se caracterizan por tener espigas de 4 a 6 cm. de longitud por 5 a 8 mm. de diámetro, en las cuales los frutos están hundidos completamente en el raquis. Las semillas, de estructura semejante a la pimienta, no contienen resinas en el perisperma. La primera es originaria de India, la segunda de Java. Se diferencian en la forma de la base de la hoja que en la primera es acorazonada, redonda en la segunda.

CUBEB, *Piper cubeba*, trepadora de hojas redondas o acorazonadas, de cuyas bayas se obtiene un aceite esencial, usado en medicina y en la preparación de sales. India es la mayor región productora.

KAVA, *Piper methysticum*, se utiliza en Polinesia por sus raíces, con las cuales se

prepara una bebida de propiedades narcóticas.

BETEL, *Piper betel*, de India, sus hojas se usan como masticatorio.

MATICO, *Piper angustifolium* y otras especies suramericanas, se exportan por sus hojas, cuyos aceites se emplean en medicina.

REFERENCIAS

- GENTRY, H. S. Introducing black pepper into America. *Economic Botany* 9:256-268. 1955.
- HASAN-ILJAS. B. Some notes on the flower biology in black pepper (*Piper nigrum*). *Pemberitaan Bafai Besar Perijelidikan Pertanian (Bogor)* no. 157. 22 p.
- KANTA, K. Morphology and embryology of *Piper nigrum*. *Phytomorphology* 12:207-221 1962.
- PARRY, J. W. Spices: their morphology, histology and chemistry. New York, Chemical Publishing Co., 1962. 226 p.

MIRISTICACEAS

Las Miristicáceas son especies tropicales caracterizadas por la riqueza en principios aromáticos en el tronco, hojas y flores y la presencia de aceites en las semillas. Son árboles de hojas simples y alternas, con flores comúnmente unisexuales, de perianto simple. Los frutos son cápsulas carnosas, que encierran una sola semilla, provista de arilo lobulado.

La especie económicamente más importante es el moscadero o nuez moscada, *Myristica fragrans*. Otras especies de ese género, como *M. argentea* y *M. malabarica*, se exportan como especias en sustitución de la primera.

Las semillas de ciertas Miristicáceas silvestres son ricas en aceites, que se utilizan en Oriente y América tropical para iluminación o medicina.

NUEZ MOSCADA, *Myristica fragrans*

Origen

La nuez moscada es originaria del archipiélago de las Molucas, las clásicas islas de las especias. Es la más importante de las varias *Myristica* de la región indomalaya que se utilizan por los principios aromáticos y picantes de las semillas.

Myristica fragrans supe dos especias: la nuez moscada, que es la semilla desprovista de envolturas, y el macis, que es el arilo seco que se separa de la semilla.

Estas especias no se conocieron en Europa hasta el siglo VI de la era cristiana y alcanzaron después del siglo X precios muy altos, especialmente el macis.

La producción comercial se incrementó después de los descubrimientos hechos por los portugueses en Oriente, quienes por breve tiempo mantuvieron el monopolio de su comercio. Los holandeses lo dominaron después por varios siglos y por último el cultivo salió del área de origen y se extendió hacia Africa y América. Actualmente el producto comercial proviene en primer lugar de una de las pequeñas Antillas: Grenada, y en segundo término de Indonesia y Penang; esta última isla produce las mejores calidades.

Ecología

Las especias de *Myristica* son árboles que crecen en las tierras bajas, de hume-

dad alta y permanente y suelos fértiles. La nuez moscada prefiere los valles cerrados y calientes en los litorales y se la planta por lo común bajo sombra natural. En estas condiciones su producción se inicia a los 6 ó 7 años y dura indefinidamente. En áreas de humedad continua florece todo el año; en regiones de estaciones alternas la florecencia se concentra en 1 ó 2 períodos.

Morfología general

La nuez moscada (Fig. 39.1 A) es un árbol de 5 a 15 m. de alto, de forma cónica o hemisférica, con el follaje color verde claro y brillante. Las plantas son unisexuales y se ha observado que en muchos casos los árboles estaminados son más delgados, de ramas erectas y hojas más pequeñas. Desde el primer año el tronco central emite ramillas laterales desde la base y la planta adquiere una forma cónica, que es más definida en los árboles estaminados. Las hojas alternas, lanceoladas u obovadas, miden de 5 a 15 cm. de largo por 3 a 6 cm. de ancho. Son lisas y brillantes con puntos más claros en el lado superior, ricas en aceites aromáticos como se advierte al quebrarlas.

Sexualidad

De 5 a 7 años después de la siembra aparecen las primeras flores y es hasta entonces cuando pueden distinguirse los árboles pistilados de los estaminados. La relación entre los dos tipos varía según el lugar; en algunas regiones hay de 10 a 20 por ciento más de árboles estaminados. Se conocen también árboles con flores hermafroditas o con flores de los dos sexos. Los primeros producen frutos anormales. Se ha sostenido también que existe cambio de sexo, o sea que árboles estaminados después de varios años cambian y se vuelven fructíferos.

Las flores aparecen en cimas. Las estaminadas (Fig. 39.1 B) en inflorescencias de 6 a 15 flores, de perianto simple,

en forma de urna, amarillento y carnoso, con 3 a 4 dientes en el ápice; miden de 5 a 8 mm. de largo por 3 a 5 mm. de ancho. Al centro hay una columna estaminal corta con 9 a 12 anteras. Las flores pistiladas (Fig. 39.1 C) aparecen en cimas más cortas, de 1 a 3 flores. El perianto es de forma similar pero más grande que en las flores estaminadas y mide de 9 a 12 mm. de longitud; lleva al centro el ovario verdoso, elipsoidal, pubescente, que termina en 2 ramas estigmáticas cortas que casi cierran la apertura de la flor. Las flores son ricas en néctar de sabor y olor muy agradables. La polinización se hace por insectos o por el viento. Un árbol estaminado es suficiente para polinizar de 10 a 12 plantas pistiladas.

Fruto

El fruto (Fig. 39.1 D) de la nuez moscada es una de las estructuras más llamativas en las plantas tropicales. Es una cápsula elipsoidal, piriforme o esférica, amarilla, de 4 a 8 cm. de diámetro, que se abre en 2 valvas por las suturas ventral y dorsal, mostrando la estructura carnosa del mesocarpo. Al centro está la semilla cubierta por un arilo rojo brillante, muy dividido, que la cubre casi enteramente en la base y deja ver en distintas partes la testa negra y lustrosa de la semilla.

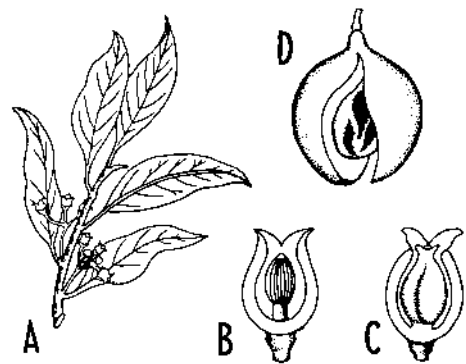


Fig. 39.1. *Myristica fragrans*, nuez moscada. A, rama florífera. B, flor estaminada. C, flor pistilada.

El arilo o macis es duro y coriáceo. Su estructura (Fig. 39.2 A) en corte transversal, muestra que debajo de la epidermis superior hay una hipodermis de células de paredes gruesas; luego un tejido grueso de parénquima, en que abundan células cargadas de almidón y oleoresinas, recorrido por haces vasculares. La cara inferior tiene epidermis e hipodermis semejantes a la superior. La presencia de oleoresinas le da una fragancia típica y sabor picante.

La semilla propiamente dicha (Fig. 39.2 B) es elipsoidal, de 1 a 4 cm. de largo por 0,5 a 2 cm. de ancho. La testa dura, lustrosa, está compuesta por el perisperma primario, formado por varias capas de células de paredes gruesas que cubren regularmente toda la semilla. Debajo está el perisperma secundario más delgado y que emite prolongaciones dentro de la semilla; este tejido es muy rico en aceites (Fig. 39.2 C). El mayor volumen de la semilla lo ocupa el endosperma, duro, ruminado, es decir con muchos pliegues irregulares más claros, que se distinguen sobre el tono oscuro del perisperma secundario. Mientras que en éste abundan las células cargadas de oleoresinas, en el endosperma las células

contienen almidón en granos muy finos y cristales de aleurona. El embrión es muy pequeño y ocupa la parte apical de la semilla.

Los frutos maduros, de color amarillo, se arrancan del árbol y se separa la semilla del pericarpo, el cual se utiliza en Oriente en la preparación de dulces. El macis se remueve entero o cortado, se seca y prensa cuidadosamente; su color rojo brillante se torna amarillo y el producto final consiste en escamas secas y flexibles. La semilla se somete a diversos procesos de desecación; una vez que está bien seca se separa la testa y queda la nuez, que es el producto comercial. Esta presenta una superficie surcada irregularmente debido a las depresiones formadas por el perisperma secundario. Las semillas se cubren por lo común con cal antes de empacarlas. Tienen un aroma muy agradable y un gusto amargo. En el comercio se venden tanto enteras como en polvo.

La nuez moscada se propaga por semillas o injertos.

No se conoce mucho de la variabilidad de esta especie; en Oriente se han reconocido unas 10 razas, pero estas poblaciones por el mecanismo de fertilización, deben ser muy heterogéneas.

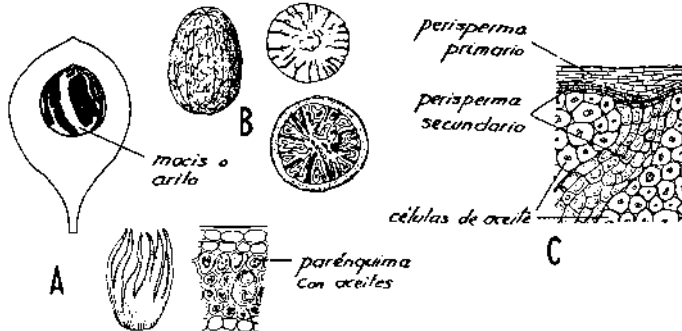


Fig. 39.2. *Myristica fragrans*. A, macis. B, semilla. C, corte transversal de la semilla.

LAURACEAS

Las Lauráceas constituyen una familia primitiva, caracterizada por flores pequeñas de perianto simple, con estambres de anteras valvadas en varios verticilos. Los frutos son drupas con una semilla que no contiene endosperma.

Las Lauráceas son ricas en aceites, en casi todas sus partes; en la pulpa de frutos, como el aguacate; en la cáscara de la canela y el alcanfor; o en las flores y frutos de la canela de China y de otras especias.

AGUACATE, PALTA, *Persea americana*

Origen y variabilidad

Tipos silvestres de aguacate se encuentran en las regiones montañosas desde México hasta Costa Rica. Dentro de esta región y adaptándose a diferentes condiciones ecológicas, hay poblaciones muy heterogéneas, que en ciertos lugares han desarrollado características más marcadas, debido quizás a un largo aislamiento y a otras fuerzas de selección. Algunas de ellas, como los aguacates de anís, se consideraban antes como una especie separada, *Persea drymifolia*. Los aguacates se han agrupado en tres razas: mexicana, caracterizada por el olor a anís de las hojas y por frutos pequeños de cáscara dura; guatemalteca, de frutos más grandes, lisos, hojas sin olor a anís; y antillana, de frutos grandes, hojas sin olor a anís, cosecha más temprana y generalmente menor que en la raza guatemalteca.

Debido al mecanismo de polinización, como se estudiará más adelante, estas poblaciones originales son muy heterogéneas. Se admite que morfológicamente hay una gradación continua entre las razas guatemalteca y mexicana; y que las diferencias entre la primera y la antillana son más bien de carácter adaptativo, desarrolladas en la segunda para poder crecer en regiones de temperaturas más altas y para un desarrollo rápido del fruto.

Al iniciarse el cultivo intensivo de esta especie, hace unos 60 años, se reconoció el origen híbrido de ciertos árboles de características extraordinarias, los cuales fueron propagados vegetativamente, estableciéndose así clones o variedades hortícolas. Por ejemplo, de un solo árbol se obtuvo por injerto el cultivar 'Fuertes', expandido actualmente por todos los trópicos y subtropicos. Las exigencias del consumo y los factores de cultivo han determinado en las últimas décadas cambios marcados en la composición varietal de los aguacates cultivados. Muchos de

los clones favoritos hace 20 años han sido totalmente reemplazados, y la tendencia actual es dar menos importancia al concepto de razas ecológicas, y a seleccionar individuos superiores, propagándolos vegetativamente. Sin embargo, en América Latina, se continúa en muchos lugares la propagación por semilla.

Morfología general

El aguacate (Fig. 39.3 A) es una especie muy polimorfa. Los árboles silvestres alcanzan hasta 20 m. de alto, con ramificación regular que forma una copa esférica. Las plantas en cultivo, provenientes de injertos y sometidas a poda, son de aspecto muy diferente. Ciertas características clonales, como la forma y color del follaje, contribuyen a crear una gama muy amplia de tipos.

El aguacate es una planta de crecimiento periódico, el cual se manifiesta en distintas formas, según las condiciones locales. En áreas de humedad constante, el árbol crece todo el año. En regiones más secas o frías pueden haber hasta 4 etapas anuales de crecimiento, y por ciertos períodos, el árbol se despoja del follaje. Por lo común la etapa principal coincide con la iniciación de las flores.

El crecimiento nuevo puede ocurrir sólo en ciertas partes del árbol. Hay años en que es más intenso, lo que determina que en ese período la cosecha será menor, y se conocen varios cultivares en que la producción es marcadamente bienal.

Los brotes o ramillas cilíndricos o prismáticos, llevan hojas alternas, cada una con una yema axilar. La forma de las hojas varía considerablemente según la posición. Las que ocupan la parte superior, concentradas alrededor del punto apical de crecimiento, tienen la forma de brácteas. Conforme se desciende en la ramilla los entrenudos son más largos y las hojas más desarrolladas.

La elongación de un brote se inicia después de un período de descanso. Las brácteas que cubren el ápice de crecimiento se desprenden, y éste continúa su

elongación, formando primero hojas en forma de brácteas, separadas por entrenudos cortos, luego hojas normales y entrenudos más largos, y finalmente hojas de nuevo pequeñas y entrenudos más cortos. En las axilas de las hojas basales pueden desarrollarse brotes laterales. En éstos es característico que el primer entrenudo sea excesivamente largo.

La forma, color y pubescencia de las hojas son muy variables según el cultivar. La lámina es ovadooblunga a obovadooblunga, de 5 a 20 cm. de largo por 3 a 12 cm. de ancho. La pubescencia cambia según la edad de la hoja. El follaje y las ramillas nuevas son densamente pubescentes; las hojas viejas en cambio son lisas y brillantes en su lado superior, pubescentes en el reverso. El color varía desde el verde oscuro de las formas mexicanas hasta amarillo verdoso en las antillanas.

El aguacate tiene un poderoso sistema de raíces. Es característico de esta especie la falta de pelos absorbentes.

Inflorescencia

Las flores salen en panículas que brotan del crecimiento nuevo en el ápice de las ramillas o de las axilas de las hojas. El eje de la panícula es fuerte, pubescente y lleva numerosas brácteas caedizas. Las flores son bisexuales (Fig. 39.3 B-C), con pedicelos cortos y pubescentes. El perianto se forma de una sola envoltura, que se ha interpretado como un cáliz. Está constituido por 6 partes agudas, amarillas y pubescentes en ambas caras, dispuestas en 2 grupos de 3, siendo las externas ligeramente mayores. Es posible que se trate de 3 sépalos y 3 pétalos de apariencia muy similar. Hay 12 estambres (Fig. 39.3 D) en 4 series; las dos primeras externas, forman un ciclo y son de filamentos simples, cuyas anteras se abren por 4 poros o ventallas colocados en dirección al centro de la flor. El tercer ciclo está compuesto por 3 estambres con los poros o ventallas abiertos hacia afuera; sus filamentos tienen en la base una glándula

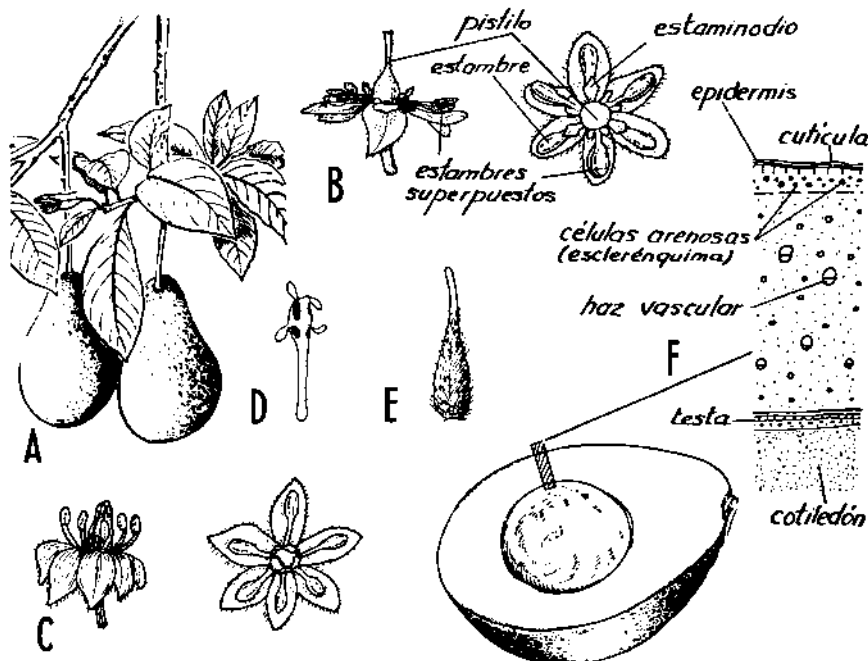


Fig. 39.3. *Persea americana*, aguacate, palto. A, rama con frutos. B, flores en estado de estilo receptivo. C, flores emitiendo polen. D, estambres. E, pistilo. F, corte transversal del pericarpo.

o nectario amarillo. El cuarto ciclo, el más interno, está constituido por estaminodios. El pistilo (Fig. 39.3 E) se compone del ovario ovoide, blanco y pubescente, que termina en un estilo corto de estigma globoso.

Biología floral

El aguacate produce muchos miles de flores por planta. Las panículas se abren por períodos largos, de meses o semanas. Sin embargo, el número de flores que se fecundan y producen frutos es muy bajo, no pasando del 5 por ciento.

Estudios hechos en California y Florida han mostrado que la polinización en el aguacate presenta características muy especiales. Los cultivares de esta especie pueden dividirse en dos grupos, según su comportamiento floral. En el grupo A las flores se abren por primera vez a media mañana. Los 6 sépalos se extienden hacia afuera y los estambres se colocan adheridos a los sépalos, formando ángulo recto con el eje de la flor y están completamente cerrados. El pistilo en cambio queda solo en el centro con el estilo recto y receptivo, listo a ser fecundado (Fig. 39.3 B). La secreción de néctar de las glándulas de los estambres es muy activa y atrae a muchos insectos. Hacia el medio día se cierran las flores por completo para abrirse de nuevo al día siguiente por la tarde. Entonces los estambres aparecen erectos y emiten polen en abundancia, mientras que el estilo está marchito y no es receptivo (Fig. 39.3 C). En los árboles de este grupo todas las flores abiertas aparecen en uno u otro de los estados descritos, es decir, que por la mañana del primer día funcionan como flores femeninas o pistiladas y por la tarde del segundo día como masculinas o estaminadas. En este grupo se incluyen cultivares como 'Atlixco', 'Manik', 'Puebla', y otros.

En los cultivares de tipo B el sistema de la antesis es opuesto. Las flores se abren por primera vez en la tarde, presentando el pistilo fresco y receptivo y los estam-

bres adheridos a los sépalos y cerrados, como en el grupo A por la mañana. Las flores se cierran al final de la tarde y se pueden abrir en la mañana del día siguiente o del tercer día. Las flores tienen entonces los estambres erectos, soltando abundante polen y los pistilos marchitos. En este grupo están 'Nabal', 'Fuerte', 'Panchoy' y otros.

Este mecanismo de polinización del aguacate está destinado a prevenir en lo posible la autopolinización. En las poblaciones naturales, provenientes de semilla y de evidente origen híbrido, hay aproximadamente un grupo igual de árboles del tipo A y B. Pero al propagarse vegetativamente uno de ellos, todos los individuos que forman el clon se comportan como A o como B. Hay sin embargo condiciones ambientales, particularmente de temperatura, que afectan el ritmo de la apertura de las flores, y permiten que en cierto tiempo los ciclos masculino y femenino de un mismo cultivar ocurran simultáneamente.

Fruto

Las características del fruto son muy variables según la variedad. Predominan los frutos en forma de pera, pero los hay también esféricos y ovoides. Son por lo general asimétricos, con un lado más grueso, en que se hallan más fibras o haces vasculares. El color externo va desde verde amarillento hasta morado o casi negro, y la superficie de lisa y brillante hasta corrugada y opaca.

En el fruto (Fig. 39.3 F) los tejidos externos, epidermis e hipodermis, se separan en la madurez fácilmente del mesocarpo carnoso, rico en aceites, que constituye la parte comestible. La epidermis está constituida por células isodiamétricas de paredes fuertes, tiene numerosos estomas y está recubierta por una capa de cera. También aparecen lenticelas, pequeñas protuberancias de color más claro, que con frecuencia se abren formando heridas en la piel del fruto, y luego se cubren de una sustancia corchosa. La hipodermis

dermis se forma de parénquima, con células cargadas de cloroplastos y resinas. Debajo hay una capa discontinua de esclerénquima, formada por grupos de células de paredes muy gruesas, que dan la consistencia arenosa característica de la cáscara y que en ciertos cultivares la vuelven quebradiza. Es por esta capa que se separa la cáscara del resto del fruto y la que determina el grosor de la primera. El mesocarpo está constituido por parénquima, atravesado por haces vasculares que en algunos tipos primitivos de aguacate dan una característica fibrosa a la pulpa. El mesocarpo es un tejido rico en aceite, el cual llega a formar hasta el 30 por ciento del peso. Este aceite es muy nutritivo y fácil de digerir y aumenta conforme madura el fruto; rellena por completo muchas células del mesocarpo y aparece en otras en forma de cuerpos esféricos. La pulpa del aguacate es además rica en proteínas y contiene buena cantidad de vitaminas A y C; la proporción de azúcar es relativamente baja. El endocarpo es un tejido denso formado de esclerénquima, muy delgado, que a menudo se une a la testa.

La semilla del aguacate es una de las más voluminosas. Se compone principalmente de dos grandes cotiledones, ricos en almidón. Está recubierta por una testa, dura y fina, que permanece adherida al endocarpo cuando el fruto no está aún maduro. Esta testa se forma de una o varias capas de esclereidas y una capa de parénquima, de células ricas en taninos, atravesada por numerosos haces vasculares.

COYO, CHININI O YAS, *Persea schiedeana*

El coyo se encuentra en estado de semicultivo en las tierras altas desde México a Costa Rica. Es un árbol hasta de 20 m. de alto, de follaje esparcido, con hojas grandes y suaves. Los frutos esféricos o piriformes, miden hasta 10 cm. de diámetro y son de estructura muy semejante al aguacate. El mesocarpo proporcionalmente es más delgado, la semilla más grande y el sabor de la pulpa menos rico.

ESPECIAS

CANELA, *Cinnamomum zeylanicum*

Varias especies del género *Cinnamomum* son utilizadas por la corteza de los tallos jóvenes, rica en aceites esenciales, aromáticos y picantes, de uso muy antiguo como especias. En el comercio la más importante es la canela, *C. zeylanicum*, y en menor grado la cassia de China, *C. cassia*; cassia de Saigón, *C. laurerii*, y cassia de Batavia, *C. burmanni*. Las tres últimas se usan con frecuencia como sustitutos de la canela.

La canela es originaria de Ceilán y del sur de India. Aunque se la ha introducido a otras regiones tropicales, su producción comercial sigue concentrada en Ceilán. Aparentemente los suelos arenosos ricos

en sílice, el clima de alta humedad y temperatura de esa isla, determinan un contenido de aceite en la corteza que la hace de calidad superior. La preparación cuidadosa para el mercado contribuye también a mantener la uniformidad del producto.

La canela (Fig. 39.4 A) es un árbol bajo, muy ramificado. En cultivo la poda continúa forma una planta baja y compacta, con ramas principales desde la base, de las que brotan en abundancia vástagos verticales o varitas de las que se obtiene el producto comercial. El follaje nuevo es de un hermoso tono rosado, suave y flexible, mientras que las hojas maduras son de color verde oscuro, gruesas, quebradizas y muy aromáticas. La lámii-

na de la hoja es de forma variable, ovada a elíptica y mide de 5 a 15 cm. de largo por 5 a 10 cm. de ancho. Lleva 5 nervios principales que parten de la base, de color más claro que el resto de la lámina.

Las flores (Fig. 39.4 B) aparecen en panículas terminales. Cada flor tiene un pedúnculo corto y pubescente; el perianto se forma únicamente del cáliz amarillento, campanulado, de 5 a 8 mm. de largo, con 6 sépalos. Hay 9 estambres perfectos en 2 ciclos, el externo de 6, opuestos a los sépalos y el interno de 3; como en el aguacate el tercer ciclo se forma de 3 estaminodios. Los filamentos de los estambres son pilosos y las anteras se abren por 4 poros o ventallas y tienen en la base 2 glándulas o nectarios. El pistilo está constituido por el ovario, que contiene sólo un óvulo y termina en un estilo sencillo.

El fruto (Fig. 39.4 C) es una baya negra y carnosa, de 15 mm. de largo, rodeada en la base por la cúpula, que resulta del engrosamiento del cáliz.

Las varitas de la canela se cortan después del cambio de follaje, que por lo común ocurre varias semanas después del inicio de la estación lluviosa. Las varas se escogen cuando tienen 2 años de crecimiento, y miden generalmente más de 1 m. de largo y de 1 a 1,5 cm. de diámetro. Se cortan de la planta, se les quitan las hojas y se llevan a un depósito donde se les hace 2 cortes longitudinales y se separa la cáscara con un cuchillo fino. Es-

tas cáscaras se dejan bajo sombra y luego se les raspa la parte externa, se secan y acomodan unas dentro de otras, de modo que los bultos de alrededor de 1 m. de largo, contengan varias cáscaras juntas de diferente longitud. La canela así preparada se considera de primera clase. De los pedazos de corteza de menor tamaño pero calidad comparable, se obtienen las "astillas" del comercio. Finalmente en Ceilán los deshechos se destilan para obtener aceites, por su contenido en aldehído cinnámico, eugenol y otras sustancias aromáticas.

En el producto comercial, las astillas por ejemplo, los tejidos externos de la corteza han desaparecido (Fig. 39.4 D). Quedan de fuera hacia adentro, primero, algunos restos del parénquima cortical y enseguida los haces de fibras del periciclo, seguidos por 1 ó 2 capas de esclerénquima, formadas por células irregulares de paredes continuas muy gruesas. La corteza consiste principalmente de floema, formado de parénquima lleno de almidón, células cargadas de aceite, fibras numerosas y tubos cribosos. Las células que contienen el aceite de canela son ovoides, y están llenas de líquido amarillento, volátil, muy aromático y picante. Está compuesto principalmente de aldehído cinnámico. El aceite se destila tanto de la cáscara como del polvo de canela, y a menudo se falsifica con hojas de la misma planta. Como estas contienen principalmente eugenol, la composición se afecta seriamente.

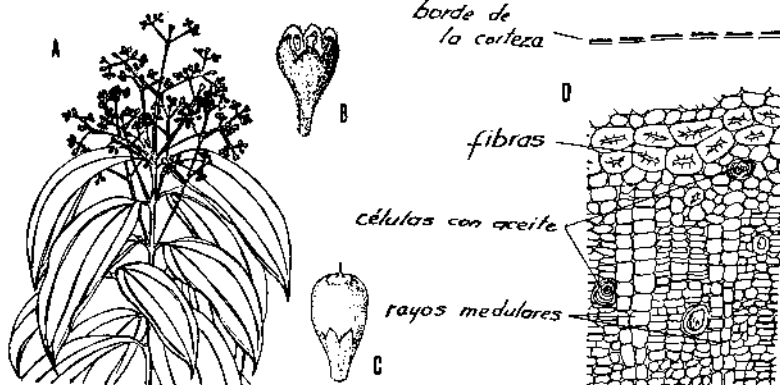


Fig. 39.4. *Cinnamomum zeylanicum*, canela. A, rama florífera. B, flor. C, fruto. D, estructura de la corteza.

ALCANFOR, *Cinnamomum camphora*

El alcanforero es una especie subtropical, que se explota particularmente en Java y Formosa por el alcanfor y varios aceites aromáticos. Es un árbol bajo, muy ramificado, cuyo follaje e inflorescencias son bien semejantes a la canela.

El alcanfor se deposita en las células de todas las partes vegetativas de la planta. Por destilación se separa la fracción sólida de los aceites; los materiales usados son principalmente ramas, hojas y astillas del tronco. La producción sintética de alcanfor es ya un proceso industrial en Estados Unidos y Europa.

CASSIA, *Cinnamomum cassia*

Una especia poco usada son los frutos

secos de *C. cassia*. Se obtienen recolectando las bayas aún no maduras, rodeadas casi completamente por la cúpula, que miden entre 5 a 15 mm. de largo por 5 a 6 mm. de ancho. Tienen un lejano parecido con los clavos de olor y con frecuencia están adheridos a los pedicelos. El aroma es semejante al de la canela y su sabor picante y dulce.

ISHPINGO, *Ocotea quixos*

El ishpingo o canela de Quixos, es una especia americana de uso poco conocido. Se encuentra en las tierras altas del sur de Colombia y Ecuador. Consiste en las cúpulas, es decir, el receptáculo ensanchado que rodea la semilla, que contiene aceites esenciales parecidos a la canela, y que se usan localmente para dar sabor a dulces y comidas.

ANONACEAS

Las Anonáceas constituyen una familia casi exclusivamente tropical. Es de las más primitivas y se caracteriza por el arreglo en espiral de estambres y carpelos, y por tener semillas con endosperma ruminado. Es notable por el gran número de especies frutales y productoras de aceites esenciales.

FRUTALES

Los géneros *Annona* y *Rollinia* contienen numerosas especies cultivadas por sus frutos. Algunas de ellas como la chirimoya, *Annona cherimola*, crecen en las tierras altas de los trópicos y se han cultivado intensamente en zonas subtropicales. *A. squamosa* y otras especies se han introducido a Asia, donde se han naturalizado en las regiones tropicales bajas.

Hay dos centros de domesticación de anonáceas americanas: del primero, México y Centro América, proceden la anona, *A. squamosa*; anón, *A. reticulata*; ilama, *A. diversifolia*; soncoya, *A. purpurea*; anonillo, *Rollinia jimenezii*; y posiblemente la chirimoya, *A. cherimola*. El segundo es Brasil, donde se originó la guanábana, *A. muricata*; y varias especies llamadas

colectivamente araticum: *A. crassifolia*, *A. salzmanii*, así como la biribá, *Rollinia deliciosa* y otros congéneres.

La nomenclatura española para las anonáceas es muy confusa. El término anona se aplica indistintamente a la mayoría de las especies del género *Annona*, así como a algunas especies de *Rollinia*.

CHIRIMOYA, ANONA, *Annona cherimola*

El área de origen de la chirimoya aún no se conoce en definitiva. Es más probable que sea Centro América y no la región andina como se supone corrientemente. De Guatemala fue llevada a Perú al inicio de la Colonia, y es posible

que se naturalizara óptimamente en los Andes, como ocurrió con otros frutales de Norte América. Se la cultiva comercialmente en Egipto, Chile, Florida, California y otras áreas de clima templado.

Morfología general

La chirimoya (Fig 39.5 A) es un árbol pequeño de copa abierta, que alcanza hasta 8 m. de altura. De las ramillas cilíndricas y grisáceas brotan hojas alternas, ovadas a elípticas, suaves, de 10 a 20 cm. de largo por 4 a 8 cm. de ancho, oscuras en el lado superior y con pubescencia suave en la cara inferior. Las hojas se renuevan una vez al año.

Las flores (Fig. 39.5 E) aparecen solitarias o en grupos de 2 a 3, opuestas a las hojas en las ramillas jóvenes o en las cicatrices dejadas por aquellas en las ramas viejas. Son de posición pendiente, de pedúnculos cortos y curvos. El perianto se compone de 3 sépalos triangulares de unos 5 mm. de largo y de 2 series de pétalos, insertos en un receptáculo ancho

y carnososo. Los pétalos externos son largos, de cerca de 2,5 cm. de longitud, linear-oblongos, carnosos, triangulares en corte transversal. Los internos son muy cortos, en forma de escamas. Los estambres y carpelos están colocados en un receptáculo cónico; los primeros en la parte inferior, en gran número y dispuestos en espiral. Los carpelos ocupan la parte superior, en disposición similar.

Biología floral

Las flores de la chirimoya aparecen 3 ó 4 años después de la siembra. Según la localidad, los árboles florecen en una época determinada del año. Las flores son protoginas, es decir que los pistilos maduran primero y son receptivos cuando los estambres aún no sueltan polen. La polinización natural se hace antes de que los pétalos se abran del todo, lo que ocurre en las primeras horas de la mañana, cuando insectos pequeños penetran por las aberturas que dejan aquellos hacia la base de la flor, acarreado polen

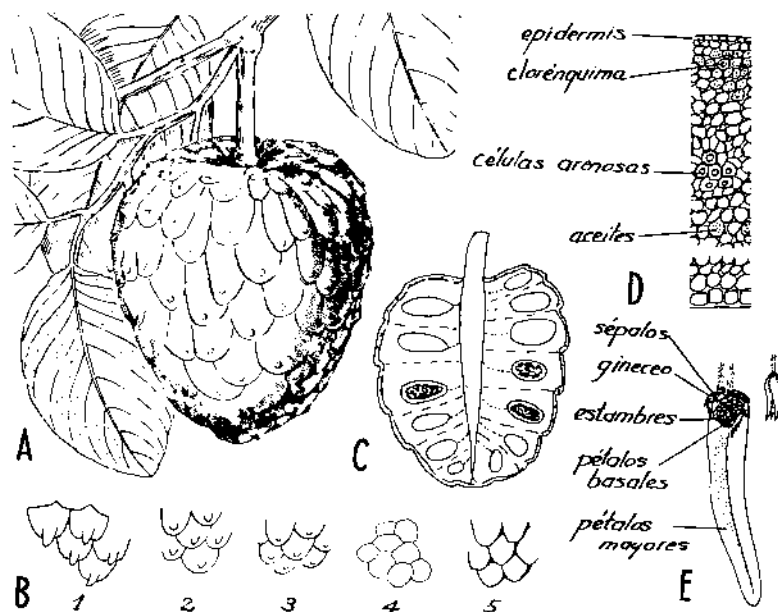


Fig. 39.5. *Annona cherimola*, chirimoya, anona. A, rama con fruto. B, tipos de areola: 1, mamilada; 2, tuberculada; 3, umbrónada; 4, reticulada; 5, impresa. C, corte de la fruta mostrando las divisiones entre carpelos. D, corte transversal del pericarpio. E, flores.

de otras flores. Este tipo de polinización natural tiene que ser muy ineficiente. Los frutos derivados de ella son escasos y de forma irregular y tamaño desigual. Si se recurre a fertilizar artificialmente las flores, se obtiene una mayor fructificación por árbol y frutos de mejor tamaño y aspecto.

Fruto

Uno o dos días después de la fertilización los pétalos caen y se inicia el desarrollo del fruto (Fig. 39.5 C). En la chirimoya y otras especies del género *Annona* el receptáculo se alarga y los carpelos fecundados, cada uno con una semilla, inician su desarrollo y alcanzan la madurez de 6 a 10 meses después de la floración. El número de carpelos fecundados en una flor determina el tamaño y forma de la fruta. Son muy frecuentes en ésta y otras anonáceas los frutos irregulares, debido a la falta de polinización uniforme.

Cada carpelo aparece en el exterior de la fruta como una placa o areola de forma muy diversa según el cultivar (Fig. 39.5 B). Se reconocen 5 formas principales aunque en el mismo fruto pueden en algunos casos aparecer 2 ó más de ellas; son constantes para cada cultivar y permiten su reconocimiento. Las areolas (Fig. 39.5 B) pueden ser: lisas (*laevis*), cuando apenas se distinguen las líneas de soldadura de los carpelos; hendidas (*impresa*), en la cual esas líneas aparecen como rebordes y el centro es ligeramente hundido, se les llama "anonas de dedos pintados"; *tuberculata*, cuando tienen un apéndice pequeño en la parte inferior de la areola; *mamillata*, si dicho apéndice sobresale marcadamente; *umbonata*, cuando las areolas se prolongan hacia afuera en forma de pico.

La estructura interna (Fig. 39.5 C-D) de la fruta está constituida por la epidermis, de paredes gruesas, cubierta de pelos suaves y con numerosos estomas; debajo de ella la hipodermis contiene varios estratos de células ricas en cloroplastos, y

se mantiene verde hasta muy avanzada la maduración. En el mesocarpo se distingue primero, una zona externa de esclereidas, que dan a la fruta una textura arenosa característica; también hay en esa zona numerosos canales de resinas. Hacia la parte interna, el resto del carpelo está formado de parénquima, que contiene almidón cuando el fruto está verde o azúcar en la madurez. Estas células de parénquima en un carpelo son más pequeñas hacia el área en que limita con los otros, pero no cambian de tamaño hacia la parte externa de la fruta. Finalmente hay una epidermis interna, de células más pequeñas con paredes gruesas, que limita las cavidades en que se encuentran las semillas.

El receptáculo a que están adheridos los carpelos crece conforme se alarga la fruta; es un cuerpo cónico, duro por la riqueza de haces vasculares, de color más oscuro y de más bajo contenido de azúcar que el resto de la fruta.

Las semillas de la chirimoya son aplanadas, elípticas vistas de frente, de 1,5 a 2 cm. de largo por 1 cm. de ancho. Son de color castaño claro o negro. La testa dura encierra una masa de endosperma ruminado que ocupa la mayor parte de la semilla y un embrión muy pequeño.

Variabilidad

Se conocen numerosos cultivares de chirimoya, la mayoría de ellos seleccionados en regiones templadas, como California y Egipto. Se pueden propagar vegetativamente por injerto.

ANONA, ATA, FRUTA DO CONDE, *Annona squamosa*

Annona squamosa (Fig. 39.6 A) es un árbol pequeño, de 4 a 6 m. de alto, propio de los trópicos bajos. Posiblemente es originaria de Centro América; de México se introdujo a Filipinas y Oriente y en India alcanza importancia comercial.



Fig. 39.6. *Annona squamosa*, anona.

Las hojas son deciduas como en la chirimoya, de láminas oblongoelípticas, de ápice obtuso o acuminado. Miden de 5 a 15 cm. de largo por 2 a 6 cm. de ancho, con el lado superior verde brillante y el inferior verde azulado.

Las flores salen por lo común de las ramillas nuevas; son pendientes, solitarias o en grupos de 2 a 4. Los 3 sépalos triangulares miden de 2 a 3 mm. de largo. Los 3 pétalos externos son lanceolados, gruesos, de corte triangular, de 1,0 a 1,5 cm. de largo, por fuera amarilloverdoso, por dentro amarillentos con una mancha roja en la base. Hay 3 pétalos internos ovados, de 6 a 8 mm. de largo. El centro de la flor lo ocupa el receptáculo, en cuya base hay numerosos estambres amarillos y en la parte superior muchos carpelos purpúreos.

La biología floral de esta especie es muy semejante a la de la chirimoya. Los pétalos se abren desde media noche hasta las primeras horas de la mañana; los pistilos son receptivos primero y se marchitan cuando los estambres sueltan el polen al abrirse por completo la flor. Los pétalos se caen dos días después.

El fruto es un sincarpio ovoideo o esférico, de 5 a 10 cm. de ancho, formado por muchos carpelos de areolas muy prominentes, tan separados entre sí que cuando están maduros dejan ver a menudo la

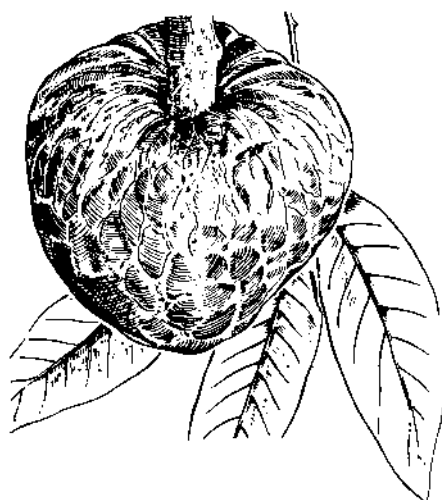
pulpa amarilla o blanca por entre las suturas. Externamente el fruto es de color verde oscuro, cubierto de un polvo blanquizco. Se conocen cultivares de frutos purpúreos. Las semillas negras y brillantes, miden de 9 a 12 mm. de largo. Se conocen varios cultivares que se propagan por semilla o por injertos; algunos de ellos, por la pulpa jugosa y azucarada son comparables a la chirimoya.

Annona squamosa se ha naturalizado tan ampliamente en India que se la ha creído nativa de ese país. Como la población es tan numerosa presenta una variación en forma de areola comparable a la descrita en *A. cherimola*. Los cultivares de fruta lisa o mamilada son de pulpa amarillenta y sabor inferior. Los mejores tipos son los tuberculados y de superficie áspera, con pulpa blanca o crema. Un cultivar de fruto grande y liso, 'Mammoth' es sin embargo de buena calidad. En Cuba se conocen árboles de frutas sin semillas. Además hay un tipo notable por sus frutas rojas; esta coloración se halla también en las flores y hojas en tono menos marcado y las progenies heredan ese tipo de color.

A. squamosa se cruza con *A. cherimola* y el híbrido resultante, llamado **atemoya**, se asemeja en el porte y follaje a la primera y en los caracteres de la fruta a la segunda, aunque la pulpa es más amarillenta. Híbridos naturales son frecuentes en India, pero difieren en sus características de la atemoya.

ANONA, CORAZON DE BUEY, *Annona reticulata*

Esta especie originaria de Centro América está ampliamente difundida, a pesar de ser una de las anonáceas de calidad inferior. Es un árbol bajo (Fig. 39.7), de 3 a 8 m. de alto, de hojas lanceoladas o lanceolado oblongas, lisas, delgadas, de ápice agudo, de 5 a 25 cm. de largo por 2 a 6 cm. de ancho. Las flores son semejantes a las de *A. squamosa*; aparecen en grupos de 2 a 10 en las ramillas nue-

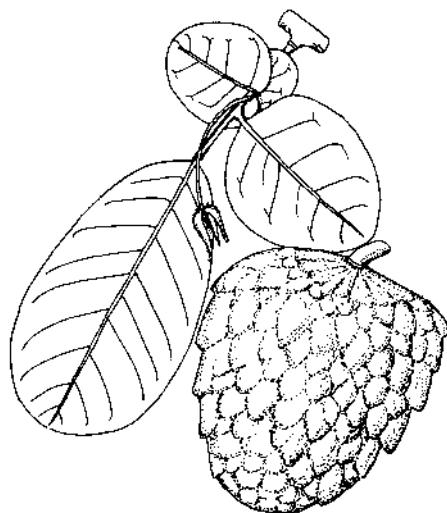
Fig. 39.7. *Annona reticulata*, anón.

vas. El cáliz es muy corto, de 2 a 3 mm. de largo, cubierto de pubescencia ferrugínea. Los pétalos externos, verdosos, miden de 1,5 a 2,5 cm. de largo. La disposición de los estambres y pistilos es semejante a las especies anteriores.

El fruto es un sincarpio ovoide a ovoideo esférico, de base hundida, de 9 a 12 cm. de ancho, con la superficie más o menos lisa y las junturas de los carpelos apenas visibles, en lo que difiere de las dos especies anteriores. Externamente es de color amarillo a herrumbre; la pulpa algo dulce, es de inferior calidad.

ILAMA, *Annona diversifolia*

Esta anonácea originaria de México y Centro América, es una de las mejores frutas de los trópicos bajos, comparable a la chirimoya. Es un árbol pequeño y delicado (Fig. 39.8) de hojas elípticas a obovales, de 8 a 16 cm. de largo, con el ápice redondeado. En la base de las ramas jóvenes o de los pedúnculos florales, hay brácteas circulares en forma de hojas, que son características de esta especie. Las flores salen en el crecimiento nuevo, solitarias o en grupos de 2 a 3; los pétalos externos, de color marrón, miden de 2,5 a 3 cm. de largo.

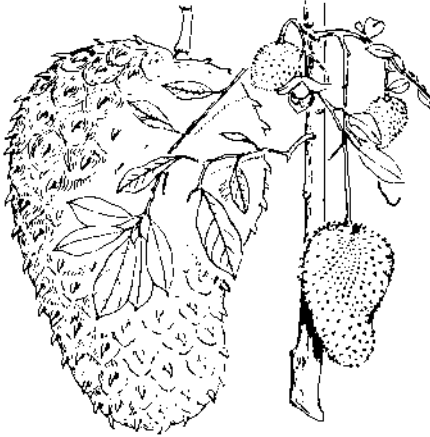
Fig. 39.8. *Annona diversifolia*, ilama.

El fruto es ovoide o elipsoide, con la base hundida y los carpelos bien salientes; en el ápice de éstos hay una pequeña protuberancia o mamelón como en ciertas chirimoyas. El color de la fruta varía de verde claro a rosado oscuro y está cubierto por una capa de polvo fino y blancuzco. La pulpa es blanca en las variedades de color verde, o tenuamente rosada en las otras, de sabor y olor muy agradables.

GUANABANA, *Annona muricata*

Este frutal, posiblemente originario de Sur América, tuvo una expansión muy amplia en tiempos prehispánicos; no se conoce en estado silvestre. Al contrario de las demás anonáceas, la guanábana no se consume como fruta fresca, sino que se usa principalmente en la preparación de refrescos y helados, pues la pulpa es muy ácida y aromática.

El árbol es bajo y de follaje compacto (Fig. 39.9). Las hojas duras, de color verde oscuro, brillante en el lado superior y amarillentas en el inferior, oblongas a ovadas, miden de 5 a 15 cm. de largo por 2 a 6 cm. de ancho. Las flores nacen solitarias o en pares en tallitos cortos que brotan de las ramas viejas. Los 3 sépalos miden de 2 a 3 mm. de largo. Los 3 pé-

Fig. 39.9. *Annona muricata*, guanábana.

talos externos muy anchos y coriáceos, amarillos, miden de 2,5 a 3 cm. de largo por 2 a 4 cm. de ancho. Los 3 pétalos internos son también grandes, de 2 a 4 cm. de largo por 1 a 3 cm. de ancho, y están colocados alternando con los primeros. El receptáculo es grande, pubescente, y contiene numerosos estambres en la base y ovarios en la parte superior.

Las flores de esta especie se abren al amanecer, cuando las anteras están iniciando la expulsión de polen. Los pétalos externos se caen algunas horas después, y los internos duran unos días más o a veces todos caen juntos.

El fruto es el más grande en el género; es asimétrico, elipsoidal u ovoide y mide de 14 a 40 cm. de largo por 12 a 18 cm. de ancho. Externamente la unión de los carpelos no aparece muy marcada, pero cada uno de ellos se distingue por una prominencia espinosa, doblada hacia abajo. La superficie de la fruta es verde oscuro y brillante. La pulpa blanca y jugosa, contiene un jugo ácido muy aromático, de alto contenido de vitaminas B y C. Las semillas obovoides y aplanadas, miden de 15 a 20 mm. de largo, y tienen la testa oscura y brillante.

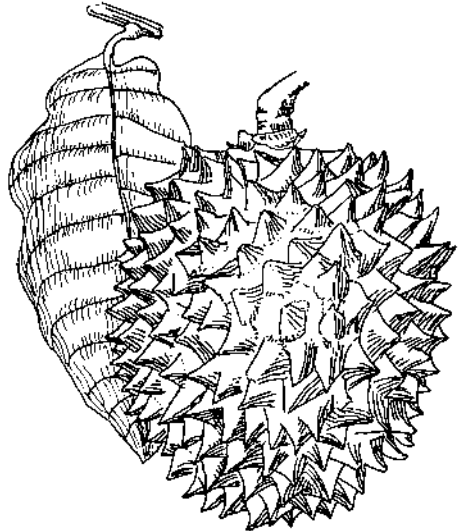
SONCOYA, *Annona purpurea*

Especie originaria de México y Centro América, escasamente cultivada (Fig.

39.10). Es un árbol bajo, de follaje espaciado; las hojas grandes y delgadas, elípticas a obovadas, miden de 15 a 30 cm. de largo por 10 a 15 cm. de ancho. Las láminas son muy onduladas, pues los nervios están marcadamente hundidos en la cara superior. Por lo común los tallos jóvenes, peciolos y nervios de la hoja, muestran una pubescencia rojiza. Las flores son grandes, con los pétalos externos de 4 a 5 cm. de largo, delgados, flexibles, amarillentos con manchas violeta en el lado interno; los pétalos internos son más cortos, de 3 a 4 cm. de largo. El receptáculo cónico mide alrededor de 2 cm. de largo por 1,5 cm. de ancho, y en su parte inferior está cubierto de estambres y al ápice por un anillo de carpelos.

El fruto es ovoide a esférico, mide de 10 a 14 cm. de ancho, y está cubierto de un tomento amarillo o rojizo. Los carpelos tienen prominencias piramidales muy desarrolladas, hasta de 2 cm. de largo, con los ápices curvos hacia la base de la fruta. La pulpa es dura, amarilla a anaranjada, aromática. Las semillas elípticas, de color café claro, miden de 2,5 a 3 cm. de largo.

Existen otras *Annonas* de frutos comestibles, como *A. montana*, de las Antillas; *A. scleroderma* de México y Centro América y numerosas especies brasileñas.

Fig. 39.10. *Annona purpurea*, soncoya.

BIRIBA, COROSOL, *Rollinia pulchrinervis* y otras

Las especies de *Rollinia* (Fig. 39.11 A) son muy semejantes en la estructura de los frutos a las *Annona*. Difieren en la flor; la primera tiene los pétalos externos en forma de alas o hélices (Fig. 39.11 B), mientras que en *Annona* son pendientes y gruesos.

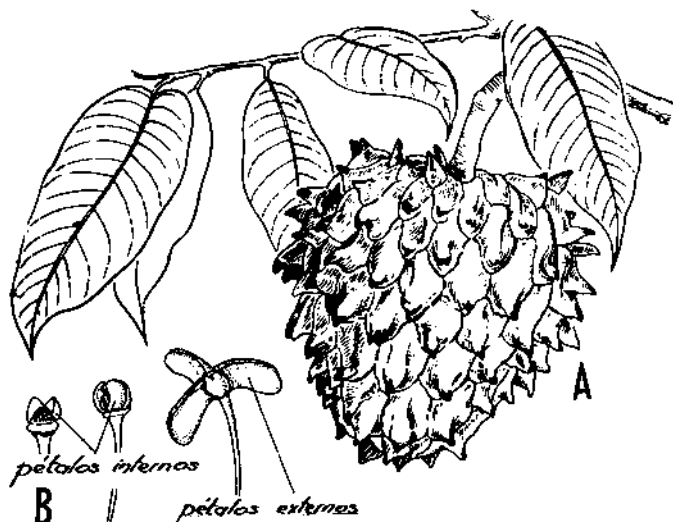


Fig. 39.11. *Rollinia* sp. A, rama con fruto. B, flor.

Con los nombres de biribá o condesa se conocen en Brasil varias especies que dan frutos muy apreciados. En *R. pulchrinervis* el fruto es ovoideo, de 8 a 12 cm. de ancho, con carpelos de prominencias cónicas suaves, de color amarillo, y la pulpa blanca o crema, dulce y aromática.

Aceites esenciales

Una Anonácea asiática, Ylang-ylang, *Cananga odorata*, se utiliza por el aceite esencial que contienen sus flores, que destilado se usa en la preparación de perfumes finos. En América tropical se la planta como árbol de sombra, en las regiones de clima caliente y húmedo, y por el perfume de sus flores.

Es un árbol piramidal, de follaje poco denso, con hojas lanceoladas suaves, de 12 a 20 cm. de largo (Fig. 39.12 A). Las flores en forma de estrella, pendien-

tes, tienen 6 pétalos amarillo verdosos, de 4 a 8 cm. de largo. En su base hay glándulas que segregan un perfume intenso y muy agradable.

El fruto (Fig. 39.12 B) consiste en un receptáculo del cual salen independientemente los carpelos, cada uno con su propio pedicelo, no unidos como en *Annona*.

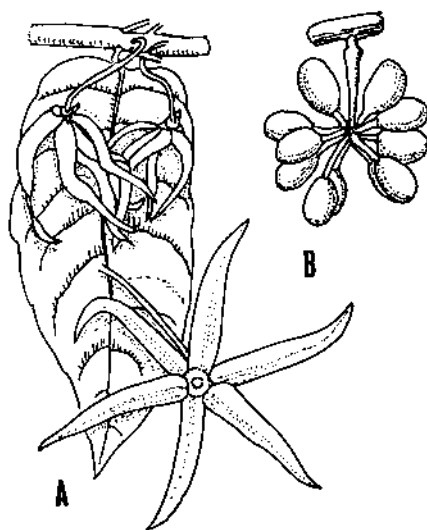


Fig. 39.12. *Canangium odoratum*, ylang-ylang. A, rama con hojas y flores. B, fruto.

REFERENCIAS

- AHMED, M. S. Pollination and selection in *Annona squamosa* and *Annona cherimolia*. Egypt. Ministry of Agriculture. Bulletin 157. 1936. 29 p.
- CORDOBA V., J. A. La chirimoya. Agricultura Tropical (Colombia) 17(11):647-664. 1961.
- DAHLGREN, B. E. Tropical and subtropical fruits. Chicago, 1947. 72 p. (Chicago Natural History Museum. Popular Series: Botany no. 26).
- FLACH, M. Nutmeg cultivation and its sex-problem; an agronomical and cytogenetical study of the dioecy in *Myristica fragrans* Houtt. and *Myristica argentea*. Wageningen, Veenman y Zonen, 1966. 86 p.
- PARRY, J. W. Spices: their morphology, histology and chemistry. New York, Chemical Publishing Co., 1962. 226 p.
- REECE, P. C. The floral anatomy of the avocado. American Journal of Botany 26:429-433. 1939.
- SAFFORD, W. E. *Annona diversifolia*, a custard apple of the Aztecs. Journal of the Washington Academy of Sciences 2:118-125. 1912.
- SAMARAWIRA, I. S. E. Cinnamon. World Crops 16:45-49. 1964.
- SASTRI, R. L. N. Structure and development of nutmeg seed. Current Science 24:172-173. 1955.
- SCHROEDER, C. A. Fruit morphology and anatomy of the cherimoya. Botanical Gazette 112:436-446. 1951.
- _____ The structure of the skin or rind of the avocado. California Avocado Society. Yearbook 1950:169-176. 1951.
- STOUT, A. B. The pollination of avocados. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin 257. 1933. 44 p.
- VENKATARATNAM, L. Floral morphology and blossom biology studies in some Annonaceae. Indian Journal of Agricultural Sciences 29:69-76. 1959.
- _____ y SATYANARAYANASWAMY, G. Studies on genetic variability in *Annona squamosa* L. The Indian Journal of Horticulture 15:228-238. 1958.

REFERENCIAS GENERALES

- BAILEY, L. H. Manual of cultivated plants. New York, Macmillan, 1949. 1116 p.
- BARRETT, O. W. The tropical crops. New York, Macmillan, 1928. 445 p. Traducción española: Los cultivos tropicales. Habana, Cultural, 1930. 526 p.
- BERNEGG, A. SPRECHER von. Tropische und subtropische weltwirtschaftspflanzen. Stuttgart, Enke, 1929-1936. 5 vol. Una segunda edición de esta serie, por diferentes autores, está en publicación por la misma casa editora.
- BOIS, D. G. Les plantes alimentaires chez tous les peuples et á travers les ages. Paris, Lechevalier, 1927-1937. 4 vols.
- BROWN, W. H. Useful plants of the Philippines. Manila, Bureau of Printing, 1951-1958. 3 vol.
- BUKASOV, S. I. Las plantas cultivadas de México, Guatemala y Colombia. Lima, IICA, 1964. 253 p. (mimeografiado).
- BURKILL, I. H. A dictionary of the economic products of the Malay peninsula. London, Crown Agents, 1935. 2 vol.
- CAMPESE, O. Colture tropicale et lavorazione dei prodotti. Milan, Hoepli, 1937-1939. 6 vol.
- CERIGHELLI, R. Cultures tropicales. Paris, Bailly, 1955. 2 vol.
- COLBY, L. S. An introduction to the botany of tropical crops. London, Longmans, 1956. 351 p.
- DAHLGREN, B. E. Tropical and subtropical fruits. Chicago, Natural History Museum, 1947. 72 p. (Botanical Series N° 26).
- DALZIEL, J. M. The useful plants of West Tropical Africa. London, Crown Publishers, 1937. 612 p.
- ESDORN, I. Die nutzpflanzen der tropen und subtropen der weltwisenschaft. Stuttgart, Fischer, 1961. 159 p.
- FONT Y QUER, P., ed. Diccionario de botánica. Barcelona, Labor, 1953. 1244 p.
- HAYWARD, H. E. The structure of economic plants. New York, Macmillan, 1938. 674 p. Traducción española: La estructura de las plantas económicas. Buenos Aires, Acme, 1953. 667 p.
- HECTOR, J. M. Introduction to the botany of field crops. Johannesburg, Central News Agency, 1936. 2 vol.
- HILL, A. Economic Botany. New York, MacGraw-Hill, 1952. Traducción española: Botánica económica. Barcelona, Omega, 1965. 616 p.
- MACMILLAN, H. F. A handbook of tropical gardening and planting. Londres, Macmillan, 1935. 560 p.
- NICHOLS, H. A. A. Text book of tropical agriculture. London, Macmillan, 1940. 639 p. Traducción española: NICHOLS-PITTIER Manual de agricultura tropical. Friburgo de Brisgovia, Herder, 1926. 331 p.

- OCHSE, J. J. & VAN DER BRINK, R. C. B. *Vegetables of the Dutch East Indies*. Djakarta. Kementarian Pertanian, 1931. 1006 p.
- _____ et al. *Tropical and subtropical agriculture*. New York, Macmillan, 1961. 2 vol. Traducción española: *Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales*. México, Limusa-Wiley, 1965. 2 vol.
- PLANTS AND Plant Scientists in Latin America. Editor F. Verdoorn. Waltham (Mass.) *Chronica Botanica*. 383 p. 1945.
- POPENOE, W. *Manual of tropical and subtropical fruits*. New York, Macmillan, 1920. 474 p.
- RAUH, W. *Morphologie der Nutzpflanzen*. Heiderberg, Quelle & Meyer, 1950. 290 p.
- SCHERY, R. W. *Plants for man*. Englewood-Cliffs, N. J., Prentice Hall, 1952. 564 p. Traducción española: *Plantas útiles al hombre*. Barcelona, Salvat, 1956. 756 p.
- SCHULTES, R. E. y HILL, A. F. *Plants and human affairs*. Botanical Museum of Harvard University, 1960. 64 p.
- UPHOFF, J. C. T. *Dictionary of economic plants*. Weinheim, Engelmann, 1959. 400 p.
- WATT, Sir G. *The commercial products of India*. London, Murray, 1908. 1189 p.
- WINTON, A. L. & WINTON, K. B. *The structure and composition of foods*. New York, Wiley, 1932-1939. 4 vol.
- WRIGLEY, C. *Agricultura tropical*. México, Continental, 1962. 363 p.

INDICE DE MATERIAS

A

- Abacá, 120
 abacaxi, 102
Abelmoschus moschatus, 372
Aberia caffra, 448
 gardneri, 448
 abio, 247
 aceituno, 273
 acerola de las Antillas, 355
Acrocomia sclerocarpa, 74
 vinifera, 77
 achioté, 449
 achira, 127
Achras zapota, 244
 adlay, 161
Aegle marmelos, 286
 Agaváceas, 82
 Agave, 82
Agave amaniensis, 86
 atrovirens, 86
 cantala, 86
 de El Salvador, 86
 fourcroydes, 85
 lechequilla, 86
 letonae, 86
 sisalana, 82
 tequilana, 86
 aguacate, 462
 aguaje, 76
 ajies, 207
 ajonjolí, 192
 akí, 267
 alazor, 225
 alcanfor, 467
Aleurites spp., 348
 moluccana, 348
 montana, 348
 alfombra, 181
 algodón, 41
 algodouneros, 359
 alíngaro, 255
 almendrón, 413
 almizclillo, 372
Amaranthus, 41
 caudatus, 41
 Amaranthus gangeticus, 390
 tricolor, 41
 ambarella, 262
 amber, 160
 Ames, O., 29
Amorphophallus rivieri, 137
 Anacardiáceas, 256
Anacardium occidentale, 259
Ananas comosus, 102
 Anderson, E., 29
Andropogon gayanus, 174
Annona cherimola, 467
 diversifolia, 471
 montana, 472
 muricata, 471
 purpurea, 472
 reticulata, 470
 scleroderma, 472
 squamosa, 469
 anona, 467, 469, 470
 Anonáceas, 467
Antidesma bunius, 350
 añil, 323
 Apocináceas, 242
 aprim, 254
 aracá, 399
 aracaiba, 399
 Aráceas, 132
Arachis hypogaea, 318
 aramina, 371
 árbol de pan, 290
Areca catechu, 77
Arenga pinnata, 77
 saccharifera, 77
Artocarpus altilis, 290
 comunis, 290
 champenden, 294
 heterophyllus, 293
 integrifolia, 293
 odoratissima, 294
Arracacia xhantorrhiza, 252
 arracacha, 252
 arorrruz, 128
 arroz, 148
Arundinaria, 186
Astrocaryum jauari, 74

Astrocaryum murumuru, 74
tucuma, 74
vulgare, 74

ata, 469

Attalea funifera, 79

ayuyamas, 422, 423

Averrhoa bilimbi, 357

carambola, 356

Axonopus compressus, 181

scoparius, 181

ayocote, 304

ayote, 422, 423

B

Babasú, 73

Baccaurea motleyana, 351

Bactris gasipaes, 75

bacupari, 393

bacuri, 393

bachang, 259

badea, 444

bael, 286

bahía, 179

balsamina, 435

bambarra, 314

bambúes, 183

Bambusa vulgaris, 183

bananos, 108

Barbados cherry, 355

barbascos, 316

Baseláceas, 389

Basella rubra, 389

bayrum, 405

belembe, 135

Benincasa cerifera, 436

hispida, 436

berenjena, 204

bermuda, 181

berro de Pará, 227

Bertholletia excelsa, 395

betel, 77, 458

bignai, 350

bilimbi, 357

biribá, 473

Bixáceas, 448

Bixa orellana, 449

Blighia sapida, 267

Boehmeria nivea, 288

Bombacáceas, 372

botil, 304

Bouea macrophylla, 263

Brachiaria brizantha, 176

puzizensis, 176

Brieger, F. G., 29

Bromeliáceas, 102

bucare, 315

buffel, 176

Bukasov, S. M., 28

Burkill, I. H., 29

Burseráceas, 271

Byrsonima crassifolia, 356

C

Cabuya, 187

cacao, 39, 375

cacao de mono, 382

Cactáceas, 415

café, 228

café de Liberia, 237

robusta, 235

caigua, 38, 435

cahiua, 435

caimito, 248

caimo, 247

Cajanus indicus, 310

cajú, 259

calabaza, 38, 42, 423, 430

calabura, 387

Calamus spp., 80

Calathea allouia, 38, 130

calingueiro, 178

Calocarpum spp., 39

mammosum, 246

viride, 247

Camellia sinensis, 407

theifera, 408

camote, 38, 42, 216

camu-camu, 403

Canavalia, 41, 314

ensiformis, 315

gladiata, 41, 315

plagiosperma, 41, 315

Cananga odorata, 473

canari, 273

Canarium commune, 273

ovatum, 271

Candolle de, A., 28

Cannáceas, 127

Canna edulis, 39, 127

canela, 465

canistel, 247

cantang, 191

caña de azúcar, 162

cañamazo, 179

capim de burro, 181

Capsicum spp., 38, 207

angulosum, 207

annuum, 207

conicum, 207

chinensis, 208

frutescens, 207, 208

pendulum, 207, 208

pubescens, 207, 209

capulí, 329

capulín, 39, 387

carambolo, 356

caranday, 75

cardamomo, 124

- Carica goudotiana*, 422
papaya, 38, 417
peltata, 417
- Caricáceas, 417
- Cariocariáceas, 413
- Carnauba, 39, 75
- Carissa carandas*, 242
edulis, 242
grandiflora, 242
- cártamo, 225
- Carthamus tinctorius*, 225
- Caryocar* spp., 413
amygdaliferum, 413
brasiliense, 413
nuciferum, 413
villosum, 413
- cas, 399
- casabanana, 436
- Casimiroa* spp., 285
edulis, 39, 285
sapote, 285
tetrameria, 285
- Cassia, 467
- Castilla *elastica*, 294, 342
- caucho de India, 295
- caupí, 307
- ceiba, 372
- Ceiba pentandra*, 372
- Cenchrus ciliaris*, 176
- centros de origen, 29
distribución geográfica, 30
- Cephaelis acuminata*, 238
ipecacuanha, 238
- cereales, menores, 161
- cereza de Natal, 242
- Cereus* spp., 416
- Cesalpináceas, 325
- Chloris gayana*, 181
- Chrysanthemum cinerariaefolium*, 226
- Chrysobalanus icaco*, 331
- Chrysophyllum cainito*, 248
- cidro, 284
- Cinchona* spp., 39, 239
calisaya, 240
ledgeriana, 240
officinalis, 240
succirubra, 240
- Cinnamomum camphora*, 467
cassia, 467
zeylanicum, 465
- ciruela-gobernadora, 447
- ciruelo, 261
- citranges, 285
- citrangequat, 285
- citronela, 183
- Citrullus lanatus*, 434
vulgaris, 434
- Citrus, 274
aurantifolia, 280
aurantium, 280
delicioso, 283
- Citrus grandis*, 282
jambhiri, 284
limon, 281
limonia, 281
medica, 284
nobilis, 283
paradisi, 283
reticulata, 283
sinensis, 275
- clasificación plantas cultivadas, 49
- Clausena lansium*, 286
- clavo de olor, 403
- clon, 48
- coca, 353
- cocona, 203
- Cocos nucifera*, 41, 55
- cocotero, 41, 55
- cocoyam, 136
- cocuiza, 87
- Coffea arabica*, 228
canephora, 235
liberica, 237
- cohombro de olor, 436
- cohombros, 433
- cohune, 74
- Coix lachryma-jobi*, 161
- Cola acuminata*, 382
- Coleus rotundifolius*, 191
- Colocasia, 132
antiquorum, 136
esculenta, 136
- Compuestas, 223
- Convolvuláceas, 216
- Copernicia australis*, 75
cerifera, 75
prunifera, 75
- coracón, 161
- corazón de buey, 470
- Corchorus* spp., 383
capsularis, 383
olitorius, 383, 386
- corosol, 473
- corozo, 74
- Couepia* spp., 332
bracteosa, 332
floccosa, 332
rufo, 332
- Couma utilis*, 243
- courbaril, 326
- cowpea, 307
- coyo, 465
- coyol, 77
- Crane, M. B., 29
- Crataegus pubescens*, 330
- Crotalaria* spp., 324
alata, 324
anagyroides, 324
juncea, 324
paulistana, 324
retusa, 324
spectabilis, 324

- Crotalaria usaramoensis*, 324
 cubá, 304
 cube, 316
 cubeb, 458
Cucumis anguria, 433
 melo, 432
 sativus, 432
Cucurbita spp., 38, 422
 ficifolia, 422, 429
 maxima, 422, 428
 mixta, 38, 422, 427
 moschata, 422
 pepo, 422, 427
 cultivar, 47
 cultivos primarios y secundarios, 13
 tropicales, origen y desarrollo, 36
 cundeamor, 435
 cupuassú, 382
Curcuma domestica, 125
 longa, 125
Cyamopsis psoraloides, 323
Cyclanthera pedata, 38, 435
 explodens, 436
Cymbopogon citratus, 182, 183
 flexuosus, 182
 nardus, 183
 martini, 182, 183
 winterianus, 183
Cynodon dactylon, 181
 plectostachyum, 182
Cyphomandra betacea, 39, 206

Desmodium nicaraguense, 322
 ovalifolium, 322
 uncinatum, 322
Digitaria exilis, 161
 decumbens, 177
 pentzi, 177
 valida, 177
 Dilleniáceas, 451
Dillenia indica, 451
 Dioscoreáceas, 89
Dioscorea spp., 89
 alata, 41, 92
 bulbifera, 93
 cayennensis, 94
 esculenta, 92
 rotundata, 41, 93
 trifida, 41, 94
Diospyros discolor, 250
 ebenaster, 250
 kaki, 251
Dipterix odorata, 317
 distribución geográfica, centros de
 origen, 30
 domesticación de las plantas, 10
 etapas, 12
 orden, 11
Dolichos lablab, 312
Dovyalis abyssinica, 448
 caffra, 448
 hebecarpa, 448
 duku, 269
 durián, 373
Durio zibethinus, 373
 durra, 160

CH

- Chamaedorea* spp., 76
 chamborote, 304
 champedak, 294
 chayote, 440
 chicle, 249
 chico, 244
 chicozapote, 244
 chiles, 207
 chinini, 465
 chirimoya, 467
 chontaduro, 75
 chou caribe, 132
 chuchao, 87

D

- Darlington, C. D., 29
 Darwin, Charles R., 28
 dátil, 77
 dendezeiro, 64
Dendrocalammus, 186
Derris spp., 316
 elliptica, 317
Desmodium spp., 322
 adscendens, 322
 canum, 322

E

- Ebenáceas, 250
Echinochloa frumentacea, 161
Elaeagnus philippensis, 255
Elaeis guineensis, 64
 melanococca, 65
 Eleagnáceas, 255
 elefante, 180
Elettaria cardamomum, 124
Eleusine coracana, 161
Erianthus maximus, 163
Eriobotrya japonica, 329
Eriochloa polystachya, 177
 Eritroxiláceas, 353
Erythrina spp., 315
 berterona, 316
 edulis, 316
 glauca, 315
 poepiggiana, 315
Erythroxylon spp., 353
 coca, 354
 novogranatense, 354
 Escitamineas, 108
 escomite, 305
 especies, 403, 465

espinaca de Ceilán, 389
 Surinam, 390
 esponja vegetal, 437
 Esterculiáceas, 374
 etapas en la domesticación de las plantas, 12
Euchlaena mexicana, 146
 perennis, 146
 Euforbiáceas, 334
Eugenia *aromatica*, 403
 dombeyi, 400
 klotzchiana, 400
 luschnathiana, 400
 uniflora, 399
 uvalba, 400
Euphoria longana, 265

F

Falsa, 386
 feijao-espada, 314
 feijoa, 403
Feijoa sellowiana, 403
 feterita, 160
Ficus elastica, 295, 342
 fique, 87
Flacourtia indica, 447
 inermis, 448
 ramontchi, 447
 rukam, 447
 Flacurtiáceas, 447
 frijol de arroz, 306
 de palo, 310
 terciopelo, 315
 trepador, 312
 frijoles, 38, 41, 298
 frijoles asiáticos, 305
 fructa do conde, 469
Furcraea, 87
 andina, 87
 cabuya, 87
 cubensis, 88
 gigantea, 87
 humboldtiana, 87
 macrophylla, 87

G

Gambia, 174
 gandaria, 263
 gandul, 310
Garcinia dulcis, 392
 mangostana, 391
 livingstonei, 392
Genipa, 240
 americana, 240
Geonoma, 76
 ghora, 306
 gigante, 180
 girasol, 223
Glycine soja, 309

gordura, 178
Gossypium *spp.*, 359
 arboresum, 41, 359
 barbadense, 41, 360, 365
 herbaceum, 41, 359
 birsutum, 41, 360, 365
 raimondi, 361
 grama, 181
 Gramíneas, 139
 granadilla dulce, 443
 morada, 443
 real, 444
 granado, 405
 grapefruit, 282
Grewia asiatica, 386
Grias neubertii, 397
 grosella, 349, 357
 de Florida, 416
 grumichana, 400
Guadua angustifolia, 183
 guaje, 326
 guamacho, 416
 guamo, 326
 guanábana, 471
 guapinol, 326
 guar, 323
 guaraná, 267
 guaxima, 371
 guayaba agria, 399
 japonesa, 399
 guayabo, 397
 pesgua, 402
Guilielma gasipaes, 75
 guinea, 178
Guizotia abyssinica, 226
Gustavia superba, 397
 Gutíferas, 391

H

Haba de caballo, 314
Hancornia speciosa, 243
 Harlan, J. R., 29
 Harland, S. C., 29
 hegari, 160
 Heiser, C. B., 29
Helianthus annuus, 223
 tuberosus, 226
 henequén, 85
Hevea benthamiana, 346
 brasiliensis, 341, 342
 guianensis, 345
 pauciflora, 345
 spruceana, 345
Hibiscus cannabinus, 366
 esculentus, 370
 lunarifolius, 371
 quinquelobus, 371
 sabdariffa, 369
 hibridación, 23

higuerilla, 346
 hondapara, 451
 Hutchinson, Sir J., 29
Hymenaea courbaril, 326
Hyparrhenia rufa, 175

I

Icaco, 331
 ilama, 471
Ilex paraguariensis, 286
 imbe, 392
 imbu, 262
 imperial, 181
 indigo, 323
Indigofera spp., 323
 endecaphylla, 323
 erecta, 323
 hirsuta, 323
 sumatrana, 323
 suffruticosa, 323
 tinctoria, 323
Inga spp., 326
 densiflora, 326
 edulis, 326
 feuillei, 326
 injerto, 247
Inocarpus edulis, 318
 introgresión, 23
 ipecacuana, 238
Ipomoea aquatica, 220
 batatas, 42, 216
 reptans, 216, 220
Jriarte, 76
 ishpingo, 467
 Ivanov, V. I., 28
 iztle, 86

J

Jaboticaba, 402
 de cabinho, 403
 —sabasara, 403
 tuba, 403
 jacara, 248
 jagua, 240
 jamaica, 404
 jambolán, 402
 jaragua, 175
 jebe, 341
 jengibre, 122
 jengibrillo, 179
Jessenia batana, 74
 jícama, 313
 jobo, 262
 jocote, 261
 juansoco, 243
 Juzepczuk, S. W., 28

K

Kafir, 160
 kaki, 251
 kaoliang, 160
 kapok, 372
 karanda, 242
 katuk, 351
 kaweni, 259
 kenaf, 366
 keva, 458
 kei, 448
 kitembilla, 448
 ko'a, 382
 kudzu tropical, 316
 kumquat, 285

L

Labiadas, 191
 lablab, 312
Lagenaria siceraria, 42, 430
 lairén, 130
 langsat, 269
Lansium domesticum, 269
 lanson, 269
 lauráceas, 461
Lecitidáceas, 395
Lecythis elliptica, 396
 zabucajo, 396
 leche caspi, 243
 Leguminosas, 296
 lemandarinas, 285
Leopoldinia piassaba, 79
Leucaena glauca, 326
 leucocephala, 326
Licania platypus, 332
 rigida, 333
 salzmannii, 332
 tomentosa, 332
 licuri, 74, 75
Litchi sinensis, 266
 philippinenses, 267
 litchi, 266
 lima o pallar, 302
 limequat, 285
 limón agrio, 280, 281
 dulce, 281
 rugoso, 284
Lonchocarpus spp., 316
 nicou, 317
 urucu, 317
 utilis, 317
 longan, 265
 lovi-lovi, 448
 lúcuma, 248
Lucuma *bifera*, 248
 mammosa, 246
 multiflora, 248
 salicifolia, 247

lufa, 437
Luffa spp., 437
 acutangula, 437
 cylindrica, 438
 lulo, 202
 lumbang, 348
Lycopersicon esculentum, 197

M

Mabolo, 250
 macadamia, 452
Macadamia integrifolia, 452
 tetraphylla, 452
Macoubea, 243
 guianensis, 243
 madroño, 393
 mafafa, 132
 magucy, 86
 maíz, 38, 139
 makopa, 402
Malacbra, 371
 malagueta, 405
 ma'anga, 132, 136
 malezas y plantas domesticadas, 13
Malpighia glabra, 355
 punicifolia, 355
 Malpigiáceas, 355
 Malváceas, 359
 mamey, 392
Mammea americana, 392
 mamoeiro, 346
 mamón, 263
 mamoncillo, 263
 mandarina, 283
 mandioca, 334
 mandoquinha, 252
 mandu, 392
 mangabeira, 243
 margaritos, 132
 Mangelsdorf, P. C., 29
Mangifera foetida, 259
 indica, 256
 odorata, 259
 mango, 256
 maní, 318
Manihot *abipi*, 335
 edulis, 335
 esculenta, 334
 glaziovii, 342
 utilis, 335
 utilissima, 335
Manilkara bidentata, 249
 huberii, 249
 sapotilla, 244
 manzana de agua, 401
 de Malaya, 401
 rosa, 400
 manzanita, 330
 manzano, 248
 mapuey, 94

maracuyá, 443
 —cascudo, 444
 marang, 294
Maranta arundinacea, 128
 Marantáceas, 128
 marañón, 259
 marfil vegetal, 79
 marumi, 285
 mashishe, 433
 mat, 306
 matasano, 285
 mate, 286
 matico, 458
Mauritia flexuosa, 76
 melado, 178
 Meliáceas, 268
Melicocca bijuga, 263
Melinis minutiflora, 178
 melón, 431
 blanco, 436
 merkerón, 180
Metroxylon spp., 78
 mezcal, 86
 micay, 181
 mijo negro, 161
 millos, 160
 miltomate, 205
 Mimosáceas, 326
Mimusops, 249
 Miristicáceas, 459
 Mirtáceas, 397
 mocaya, 74
Momordica charantia, 435
 mora de Castilla, 330
 Moráceas, 290
 moras, 330
 moriche, 76
 mungo, 306
 murumuru, 74
Musa acuminata, 109
 balbisiana, 109
 paradisica, 109
 sapientum, 109
 textilis, 120
 Musáceas, 108
 mutaciones, 16
 somáticas, 17
Muntingia calabura, 387
Myrciaria cauliflora, 402
 jaboticaba, 403
 paraensis, 403
 trunciflora, 403
Myristica fragrans, 459

N

Nagami, 285
 nandi, 180
 nance, 356
 napier, 180
 naranja king, 283

naranja, 202
 naranjo agrio, 280
 de tres folíolos, 285
 dulce, 275
 neli, 349
Nepheleum lappaceum, 264
 mutabile, 265
Nicotiana tabacum, 211
 rustica, 215
 nipa, 78
 níspero, 244
 de Japón, 329
 nomenclatura, 48
 nopal, 415
 nuez moscada, 459
 de Brasil, 395
 de Tahiti, 318
 del paraíso, 396
 pili, 271
Nyssa fruticans, 78

Ñ

Ñames, 89
 Name amarillo, 94
 blanco, 93
 grande o blanco, 92

O

Ocotea quixos, 467
 ocumo, 132
 oiticica, 333
 okra, 370
 oleaginosas, 346
 olosapo, 332
 onato, 449
Opuntia spp., 415
 ficus-indica, 415
Orbignya cohune, 74
 oleifera, 73
 orden de domesticación, 11
 origen y desarrollo de los
 cultivos tropicales, 36
 Orquídeas, 96
 ornamentales, 99
Oryza breviligulata, 148
 glaberrima, 148
 perennis, 148
 rufipogon, 149
 sativa, 148
 otó, 132
 Oxalidáceas, 356

P

Pacayas, 76
 paco, 397
Pachyrrhizus spp., 313
 ahipa, 313
 erosus, 313

Pachyrrhizus tuberosus, 313
 pajura, 332
Palaquium, 249
 gutta, 249
 palma africana de aceite, 64
 de azúcar, 77
 palmarosa, 183
 Palmeras, 55
 silvestres productoras de aceite, 73
 productoras de cera, 75
 productoras de fibras, 79
 usadas en alimentación, 75
 palmitos, 76
 palta, 462
 pallar, 302
 pangola, 177
 pangola gigante, 177
Panicum maximum, 178
 miliaceum, 161
 miliare, 161
 purpurascens, 179
 papa caribe, 93
 papaya, 417
 Papilionáceas, 298
 pará, 179
Parinarium, 332
 Parodi, L., 29
Paspalum notatum, 179
Passiflora edulis, 443
 laurifolia, 445
 ligularis, 443
 mollissima, 444
 quadrangularis, 444
 pasto caribe, 177
 de Guatemala, 176
 estrella, 182
 limón, 183
 pastos tropicales, 170
 patana, 74
 pataste, 381
 patilla, 434
 patol, 304
 patola, 439
Paullinia cupana, 267
Pavonia, 371
 Pedaliáceas, 192
 pegapega, 322
 pejobaye, 75
Pennisetum purpureum, 180
 typhoideum, 161
 pepino, 432
 de sabana, 433
 dulce, 203
 pequia, 413
 pequiá, 243
 pera do campo, 400
Pereskia spp., 416
Persea americana, 462
 schiedeana, 465
 pesgua, 402
Phaseolus spp., 298

- Phaseolus* *aconitifolius*, 41, 306
acutifolius, 305
aureus, 306
calcaratus, 306
coccineus, 304
lunatus, 41, 302
multiflorus, 304
mungo, 306
polyanthus, 305
radiatus, 306
trilobus, 306
vulgaris, 305
- Phoenix dactylifera*, 77
- Phyllanthus acidus*, 349
emblica, 349
- Phyllostachys*, 186
- Physalis* spp., 205
ixocarpa, 205
peruviana, 206
pruinosa, 206
- Phytelephas macrocarpa*, 79
 piasava de Bahía, 79
 Pará, 79
- pilay, 304
- pillepesara, 306
- Pimenta acris*, 405
dioica, 404
officinalis, 404
racemosa, 405
- pimienta, 455
 de Jamaica, 404
 larga, 457
- piña, 102
- Piper* *angustifolium*, 458
betel, 458
cubeba, 458
longum, 457
methysticum, 458
nigrum, 455
retrofractum, 457
- Piperáceas, 455
- piretro, 226
- pita, 87, 88
- pitanga, 399
- pitaya, 416
- piteira, 87
- pitomba, 400
- pitre, 88
- pixae, 75
- plantas cultivadas, características, 3
 centros de origen, 29
 clasificación, 49
 domesticación, 10
 hibridación, 23
 introgresión, 23
 mutaciones, 16
 nomenclatura, 48
 origen, 28
 poliploidia, 20
 selección cultural, 26
 selección natural, 24
- plantas cultivadas, sistemática, 47
 variación, 16
- Platonia insignis*, 393
- poaia, 238
- Poincirus trifoliata*, 285
- Polakowskia tacaco*, 441
- poliploidia, 20
- Polymnia sonchifolia*, 226
- pomarosa, 400
- ponsigue, 254
- Portulacáceas, 390
- Pouroma cecropaefolia*, 294
- Pouteria arguacoensium*, 248
campechiana, 247
caimito, 247
ucuqui, 248
- prodigioso, 176
- proso, 161
- provisor, 175
- Prunus serotina*, 329
- Proteáceas, 452
- Psidium cattleianum*, 399
friedrichstablium, 399
guajava, 397
pumillum, 399
- Psophocarpus tetragonolobus*, 324
- Pueraria javanica*, 316
phaseoloides, 316
- pulasán, 265
- pumelo, 282
- Punica granatum*, 405
- Punicáceas, 405
- pupunha, 75
- Q
- Quararibea cordata*, 374
- quinas, 239
- R
- Raicilla, 238
- rambai, 351
- rambután, 264
- ramio, 288
- ramma, 371
- Rammáceas, 254
- ramtil, 226
- rangpur, 285
- Raphia*, 79
- ratán, 80
- Rauvolfia*, 243
serpentina, 243
vomitória, 243
- Rheedia brasiliensis*, 393
edulis, 393
madrano, 393
- rhodes, 181
- Ricinus comunis*, 346
- Rollinia pulchrinervis*, 473
- Rosáceas, 329
- rosella, 369

Rubiáceas, 228
Rubus spp., 330, 331
 adenotrichus, 331
 albescens, 331
 glaucus, 330
 macrocarpus, 331
 rosaefolius, 331
 rukan, 447
 Rutáceas, 274

S

Sacchamango, 397
Saccharum barberi, 164
 edule, 164
 officinarum, 162
 robustum, 164
 sinense, 164
 spontaneum, 163
 sagú, 78
 salak, 77
 san agustín, 180
 sandía, 434
Sansevieria spp., 88
 trifasciata, 88
 Sapindáceas, 263
 sapodilla, 244
 Sapotáceas, 244
 sapoti, 244
 sapucaia, 396
 sarrapia, 317
Sauropus androgynus, 351
Scheelea macrocarpa, 74
 Schiemann, E., 29
 Schwanitz, F., 29
Sechium edule, 440
 segadilla, 324
 seje, 74
 selección natural, 24
 cultural, 26
 semeruco, 355
 seringuera, 341
Sesamum indicum, 192
 seso vegetal, 267
Setaria sphaecelata, 180
Sicana odorifera, 436
 sida, 371
 Simarubáceas, 273
Simaruba glauca, 273
 sisal, 82
 sistemática, 47
 Solanáceas, 197
 Soláneas, 197
Solanum melongena, 204
 muricatum, 203
 quitoense, 202
 topiro, 203
 soncoya, 472
Sorghum *bicolor*, 156, 157
 cafferum, 157
 caudatum, 157

Sorghum cernuum, 157
 dochna, 157
 durra, 157
 nervosum, 157
 roxburghii, 157
 subglabrescens, 157
 vulgare, 156
 sorgo, 156
 sorva, 243
 soya, 309
Spilanthes acmella, 227
Spondias cytherea, 262
 mombim, 262
 purpurea, 261
 tuberosa, 262
Sporobolus indicus, 182
Stenotaphrum secundatum, 180
Stizolobium deeringianum, 315
Stylosanthes guyanensis, 323
Syagrus coronata, 74
Syzygium aqueum, 402
 aromaticum, 403
 cumini, 402
 jambos, 400
 javanicum, 402
 malaccensis, 401

T

Tabaco, 211
 tacaco, 441
Tacca pinnatifida, 137
 tacso, 444
Tacsonia, 442
 tagua, 79
Talinum triangulare, 390
 tamarindo, 325
Tamarindus indica, 325
 tambis, 402
 tampala, 390
 tangelos, 284
 tangerinas, 283
 tangkong, 220
 tangor, 284
 tania, 132
 taniers, 132
 tanyah, 136
 taya, 132
 taro, 136
 te, 407
 Teáceas, 407
 tefrosia, 324
Telfairia occidentalis, 439
 pedata, 438
 tepari, 305
Tephrosia spp., 324
 candida, 324
 purpurea, 324
 vogeli, 324
Thea assamica, 408
 sinensis, 408

Theobroma angustifolia, 382
bicolor, 381
 cacao, 375, 381
grandiflora, 382
leiocarpa, 381
pentagona, 381
Thespesia, 371
 Tiliáceas, 383
 timbo, 316
 tiquisque, 132
 tiriguro, 357
 tomate, 197
 de árbol, 206
 francés, 206
 tongo, 92
 tonka, 317
 topinambur, 226
 toronja, 282
Trichosanthes anguina, 439
Tripsacum, 146, 175
 fasciculatum, 176
 latifolium, 176
 laxum, 176
 tucum, 74
 tuna, 415
 tung, 348

U

Uampi, 286
 ucuqui, 247
 uchuba, 206
 Umbelíferas, 252
 uncucha, 132
 urd, 306
Urena lobata, 371
 Urticáceas, 288
 urucu, 449
 uvalha, 400
 uvilla, 294

V

Vainilla, 96
Vangueria edulis, 241
Vanilla planifolia, 96
 pompona, 98
 tabitensis, 98
 variación, en plantas cultivadas, 16
 Vavilov, N. I., 28
 vermeilho, 399
 vetiver, 183
Petiveria zizanoides, 182, 183
Vigna catjang, 307
 sesquipedalis, 307

Vigna sinensis, 307
 unguiculata, 307
 Vitáceas, 255
Vitis caribea, 255
 vinifera, 255
Voandzeia subterranea, 314
 voavanga, 241

W

Wissadula, 371

X

Xanthosoma, 132
 atrovirens, 133
 brasiliense, 135
 caracu, 133
 jacquini, 133
 maffafa, 133
 sagittifolium, 133
 violaceum, 133

Y

Yacón, 226
 yambo, 227, 401
 yaragua, 175
 yas, 465
 yautia, 132
 ylang-ylang, 473
 yuca, 334
 yute, 383
 yute africano, 371

Z

Zacate amargo, 181
Zalacca edulis, 77
 zapallos, 422, 423
 zapote, 246
 amarillo, 372
 blanco, 285
 mamey, 246
 negro, 250
 verde, 247
 zapotillo, 247
Zea mays, 38, 139
 Zhukowsky, P. M., 29
 Zingiberáceas, 122
Zingiber officinale, 122
Zizyphus mauritiana, 254
 zonzapote, 332

Este libro se terminó de imprimir
en el mes de junio
de mil novecientos sesenta y ocho
en los Talleres Gráficos de
TREJOS HERMANOS
en San José de Costa Rica.

1914

1914

1914

1914