

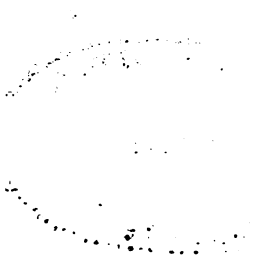
**FAUSTO
FOLQUER**



**LA BATATA (CAMOTE)
ESTUDIO DE LA PLANTA
Y SU
PRODUCCION COMERCIAL**

6669b 1978

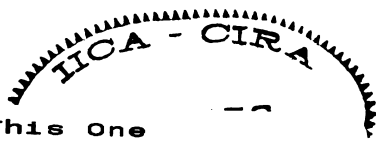
editorial hemisferio sur



C DUA 641.352.2 FG69b
1978



LA BATATA (CAMOTE)
ESTUDIO DE LA PLANTA
Y SU
PRODUCCION COMERCIAL



This One



1XLB-UQH-10Q3

LA BATATA (CAMOTE)

ESTUDIO DE LA PLANTA Y SU PRODUCCION COMERCIAL

Fausto Folquer

Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Buenos Aires; Master of Science, Universidad de Louisiana (E.U.A.); Profesor Titular, Cátedra de Olericultura, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS
San José, Costa Rica
1978

© Fausto Folquer

© Derechos reservados en lengua española por la
Editorial Hemisferio Sur
Pasteur 743
Buenos Aires, ARGENTINA

Prohibida la reproducción total o parcial de la obra sin el permiso del editor por escrito.

1601
1609

EDITORIAL IICA



1978

IICA
LME-32

Serie: Libros y Materiales Educativos No. 32.

Este libro fue publicado conjuntamente por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas y la Editorial Hemisferio Sur. Es parte de la Serie de Libros y Materiales Educativos, la cual cuenta con el apoyo financiero de la Fundación Kellogg, y cuyo fin es contribuir al desarrollo agrícola del Continente Americano.

Enero, 1978

San José, Costa Rica

A la memoria del Dr. Julián C. Miller, Full-Professor de la Universidad de Louisiana (E.U.A.), incansable investigador y generoso maestro, de exquisita sensibilidad humana.

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
I. ESTUDIO DE LA PLANTA	5
1. Origen	5
2. Historia	7
3. Formas de utilización	8
4. Estadísticas	10
5. Organografía	11
Raíz	12
Tallo	15
Hoja	18
Flor	18
Fruto	19
Semilla	19
6. Anatomía de la raíz tuberosa	19
7. Fisiología del crecimiento	21
Fisiología de la semilla	21
Crecimiento de la planta	22
8. Fisiología de la nutrición	28
9. Fisiología de la reproducción	31
10. Genética	43
11. Mejoramiento	46
A) Técnicas de autofecundación (autogamia)	47
B) Técnicas para cruzamiento (alogamia)	48
C) Polinización libre	49
12. Sistemática varietal	51
Criolla amarilla o colorada	53
Criolla amarilla	53
Brasilera blanca	54
Criolla blanca o manteca	54
Brasilera colorada o forrajera	54
Tucumana lisa	55
Tucumana morada	55

Centennial	56
Jewel	56
Georgia Jet	56
13. Composición química	57
II. PRODUCCION COMERCIAL	65
1. Suelo	65
2. Clima	66
3. Propagación	66
Guías o bejucos	67
Plantines o brotes	68
Batatines	71
4. Plantación	72
5. Rotación, sucesión, intercalación	78
6. Trabajos culturales	79
Reposición de fallas	79
Control de malezas	80
Cobertura del suelo	81
Aporque	81
Fertilización	82
Riego	84
Control del vicio	86
Control del gigantismo	86
Desprendimiento de las guías	87
Inhibición de la brotación de las batatas	87
Poda de las guías	87
Retardadores del crecimiento	88
7. Plagas de origen animal	88
A) Plagas de las raíces tuberosas	88
Nematodos	88
Larvas subterráneas de insectos	89
Roedores	91
B) Plagas de la parte aérea de la planta	93
Gusanos cortadores	93
Grillo común y grillo topo	93
Vaquita de San Antonio	93
Tortuguitas	93
Chicharritas verdes	94
Orugas de la hoja	94
Larvas minadoras	94
Moscas blancas	94
Pulgonés	94
Acaros	94
Chinches	95
8. Plagas de origen vegetal	95
A) Micoplasmas	95

	Escoba de brujas	95
B)	Virus	95
	Batata crespá	95
	Otros virus de la batata	96
C)	Hongos	97
	Peste negra	97
	Fusariosis o marchitez	98
	Podredumbre superficial	98
	Podredumbre húmeda	98
	Podredumbre del suelo	99
	Podredumbre negra	100
	Mancha o costra de la corteza	101
	<i>Rhizoctonia</i>	101
	Raíz rosada	102
	Podredumbre blanda	102
	Viruela de la hoja	103
	Roya blanca	103
9.	Enfermedades fisiogénicas	103
	Agrietado	103
	Escaldadura	104
	Decaimiento interno	104
	Corazón duro	104
10.	Enfermedades de la nutrición	105
	Nitrógeno	105
	Fósforo	105
	Potasio	105
	Calcio	106
	Magnesio	106
	Hierro	106
	Manganeso	106
	Boro	106
11.	Cosecha	107
	Epoca	108
	Procedimiento	109
	Tipificación	109
12.	Almacenamiento	110
	A) Curación	111
	B) Conservación	112
13.	Comercialización	113
14.	Producción de batata-semilla selecta	117
15.	Aspectos económicos de la producción	118
16.	Características de las principales provincias argenti- nas productoras de batatas	121
	Santiago del Estero y Córdoba	121
	Buenos Aires	121
	Tucumán	121

Formosa, Chaco, Corrientes, Misiones y norte de Santa Fe	122
BIBLIOGRAFIA CITADA	123
BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA	145

INTRODUCCION

La presente obra tiene por objeto proporcionar a los profesionales y estudiantes de Agronomía, y también a los agricultores capacitados, una visión panorámica de los conocimientos sobre la Batata y su cultivo, acumulados a través de la investigación científica y la experiencia práctica de los hombres de campo.

Se ha llevado a cabo una amplia revisión de la bibliografía mundial relacionada con esta hortaliza, seleccionando y sintetizando los aspectos más interesantes no sólo por su aplicabilidad en el estado actual de nuestra situación agroeconómica, sino también aquéllos que permitirán el incremento futuro de la producción de batatas con destino a nuevas formas de consumo y de las industrias derivadas ya desarrolladas en otros países.

El autor pone también a disposición de los lectores los resultados obtenidos a través de un cuarto de siglo dedicado a la investigación, experimentación y estudio de esta especie, llevados a cabo en su mayor parte en la Universidad Nacional de Tucumán, que se constituyó en el centro más importante de las investigaciones argentinas sobre esta planta.

Si bien la batata ocupa el segundo lugar entre las hortalizas (luego de la papa), por el volumen de su producción mundial, las investigaciones y estudios sobre la misma se desarrollaron tardíamente. Esto se explica porque hasta principios del presente siglo, fue un alimento popular dominante en regiones de escaso desarrollo económico y tecnológico, no habiendo constituido materia prima para industrias de importancia mundial, ni objeto común de comercio internacional.

A pesar de su origen tropical, la batata ha ido extendiendo su área de cultivo a las regiones templadas de la tierra, habiéndose convertido en cultivo normal hasta en latitudes de 40° , como New Jersey, E.U.A., y 37° en Málaga, España, gracias al desarrollo de nuevas técnicas y selección de variedades de gran precocidad. En Argentina se cultiva con éxito hasta latitudes de 37° , en las

proximidades de Mar del Plata, en base a la variedad denominada Criolla Amarilla o Colorada, que resulta sumamente precoz.

En la mayor parte de las regiones productoras de Argentina, la batata es un tradicional cultivo de "secano", es decir que se realiza en terrenos que dependen totalmente de las lluvias. Si bien esto permite obtener un producto con un costo mínimo, también es la causa de la periódica escasez y desabastecimiento de los mercados, llegando a convertirse este alimento popular en un artículo de lujo, cuando las condiciones climáticas del año agrícola son desfavorables.

Merece destacarse que la casi carencia de lluvias invernales y las temperaturas moderadas que caracterizan las regiones productoras del centro y norte del país, permiten la conservación de las batatas bajo tierra y la cosecha gradual de acuerdo con la demanda en los mercados. Se evita así el curado y almacenamiento en depósitos con temperatura y humedad reguladas que tanto encarecen esta hortaliza en otros países.

Las nuevas técnicas de cultivo y variedades desarrolladas en la Universidad de Tucumán y la adaptación de las creadas en otros países, a que nos referiremos en el presente libro, harán posible, dadas las excelentes condiciones ecológicas regionales, estabilizar los rendimientos y bajar los costos a un nivel que haga de las batatas el alimento económico popular del futuro, como lo fue ya en el pasado.

Entre los científicos de fama mundial que impulsaron la elevación del nivel técnico de los procesos de producción de esta planta y de sus numerosas aplicaciones, se destaca especialmente el Dr. Julián C. Miller, que fuera Director del Departamento de Horticultura de la Universidad de Louisiana, en Baton Rouge (E.U.A.). Inició sus trabajos con la selección de mutaciones somáticas, llegando poco después a la creación de las modernas técnicas para la inducción artificial de la floración y fructificación de las plantas de batata, problema básico que debió resolver para desarrollar los grandes programas de mejoramiento que se encararon a partir de 1937.

Durante los 35 años que el Dr. Miller dedicó a las investigaciones sobre esta hortaliza casi no dejó tema sin tocar, volcando generosamente sus resultados en más de 200 publicaciones especializadas. Además merece anotarse que fue el promotor del denominado *Sweet Potato Collaborators Group*, formado por técnicos investigadores de 28 Estados norteamericanos que, a través de 30 años (1939-1969), aportaron soluciones a la mayoría de los problemas nacionales relacionados con la producción de batatas.

El autor desea expresar su más cordial agradecimiento y sincero homenaje al ya desaparecido Dr. Julián Miller que fuera su generoso consejero en las investigaciones y estudios que

llevó a cabo durante casi dos años (1956-57) de permanencia en la Universidad Estadual de Louisiana.

Es un deber también manifestar un especial reconocimiento a la "J. S. Guggenheim Memorial Foundation", cuya beca hizo posible la realización de los estudios mencionados.

Finalmente, debe mencionarse el generoso apoyo prestado a las investigaciones sobre *Ipomoea batatas* por la "Comisión Administradora del Fondo de Promoción de la Tecnología Agropecuaria" (CAFPTA), que se desarrollaron en la Universidad Nacional de Tucumán, a cuyo personal docente, el suscrito ha tenido el honor de pertenecer durante los últimos 41 años.

La obra ha sido dividida en dos partes: "Estudio de la planta" y "Producción comercial". Esto permite un racional ordenamiento de los conocimientos, de gran valor didáctico, el que fuera ideado por el autor para el desarrollo del curso de Olericultura (Horticultura) de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de Tucumán.

Se ha prestado especial atención a los conocimientos sobre fisiología, por considerar que éstos dan la clave para la interpretación de las reacciones de la planta ante los factores naturales o artificiales que la afectan permitiendo prever las consecuencias de las diversas tecnologías que se proyecte aplicar.

En la parte de Producción comercial se presentan en forma sintética las metodologías ya probadas en Argentina o en otras regiones del mundo, presentadas en una ordenación lógica, que permitirá una rápida orientación del lector.

Los nombres de los autores citados en el texto permiten encontrar en la lista bibliográfica ubicada al final del libro, los datos necesarios completos para buscar las publicaciones originales con todos los detalles metodológicos.

Es oportuno recordar que las bibliotecas de casi todas las universidades del país disponen del servicio internacional de *télex*, mediante el cual se puede adquirir la fotocopia de cualquier publicación de Argentina o del extranjero.

A continuación de la lista de bibliografía citada, se consigna una nómina de publicaciones periódicas en donde se podrán hallar referencias de los nuevos trabajos que vayan apareciendo en el futuro, siendo de especial interés las publicaciones que contienen resúmenes *abstracts* de los trabajos sobre la especialidad.

Para terminar quiero expresar mi cariñoso agradecimiento a mis hijas Sylvia, por la atenta colaboración en la preparación de los originales de la obra, y Sonia que ha realizado las ilustraciones de la misma.

Fausto Folquer
San Miguel de Tucumán,
diciembre de 1977.

CAPITULO I

ESTUDIO DE LA PLANTA

1. Origen

La batata, también es denominada camote, boniato o moniato en los países de habla castellana, se designa en otros idiomas occidentales como: *batata doce* en portugués, *patate douce* en francés, *patata dolce* en italiano, *batate* en alemán, *sweet potato* en inglés.

B. Groth (78) realizó una amplia recopilación de los nombres utilizados en todo el mundo para designar a la batata, reuniendo un total de 170, documentados en las crónicas de los botánicos viajeros y en las publicaciones de los taxonomistas que estudiaron esta planta.

Diversas investigaciones lingüísticas posteriores (158) han incorporado otros nombres originarios principalmente de idiomas indígenas, correspondientes a pobladores de las regiones tropicales, donde la batata es un alimento básico.

Es una especie de la familia de las convolvuláceas, Sección, Batatas (sistema de clasificación de Van Ooststroom, 1953), cuyo nombre científico es *Ipomoea batatas* (L.) Lam.

Durante mucho tiempo se discutió sobre el probable centro de origen de la especie, habiéndose desarrollado diversas teorías con sus correspondientes fundamentaciones. Al respecto, Martin (127) distingue el "origen geológico", que es el lugar en que la especie apareció por primera vez; el "origen genético", que se refiere a las especies silvestres progenitoras y al proceso de formación de *Ipomoea batatas*; y el "origen cultural", que comprende el lugar, época y circunstancias en que se produjo la domesticación y mejoramiento de la planta.

Merril (136), en base a la crónica de los viajes del capitán

Cook alrededor del mundo, registró referencias al cultivo y tradiciones sobre esta hortaliza, y elaboró la teoría del probable origen africano de la batata, la cual habría sido llevada, de acuerdo con corrientes migratorias conocidas, por vía Madagascar, Islas Macarenas, Malasia, Papuasía y Polinesia hasta las costas del Perú unos pocos siglos antes del descubrimiento de América por Colón.

Los argumentos a favor del origen americano de *Ipomoea batatas* son concluyentes, habiéndose borrado toda duda sobre el "origen geológico" de esta hortaliza. A continuación nos referiremos brevemente a las fundamentaciones más importantes al respecto.

El material más antiguo que se conoce son las batatas fósiles descubiertas por F. Engel (53) en las cuevas de la Puna de Chilca, Perú, cuya edad, determinada mediante la técnica del C-14, se remonta a unos 8.000 ó 10.000 años. Si bien no puede afirmarse que dichas batatas hayan sido producidas en la misma localidad, la gran probabilidad es que provenían del mismo continente.

Existe un valioso argumento lingüístico que permite asegurar la existencia de un intercambio entre los pobladores de la Polinesia y los del Continente Americano. Se trata de la casi identidad de los nombres dados a la batata por tribus quichuas del Ecuador y en numerosas islas del Pacífico. En América se la denominaba *cumar*, mientras que en Oceanía el nombre era *kumara* o *kumala*. La existencia de la corriente de Humboldt, que se desplaza de sur a norte frente a las costas occidentales de Sudamérica, para dirigirse hacia el oeste, al llegar al Ecuador, permite suponer que los posibles viajeros primitivos encontraron facilidad para desplazarse en dicho sentido y no a la inversa. Esto fue confirmado por el famoso viaje científico de la balsa Kontiki, la cual reprodujo las condiciones de navegación que debieron desarrollar los indios americanos antes del descubrimiento.

Por otra parte, según Martin (127), hasta ahora no se encontraron referencias concretas sobre la existencia de la batata en África, antes de que los españoles y portugueses dieran la vuelta al mundo, difundiendo las plantas alimenticias.

Además, la gran difusión y diversidad de formas de la batata en América, muy superior a las encontradas en Oceanía por los primeros exploradores, indican que la domesticación de esta planta se produjo antes en nuestro continente.

En cuanto al origen genético, Martin y Jones (128) determinaron las afinidades con *I. batatas* de una serie de *Ipomoea* silvestres, la mayor parte de las cuales son de origen americano.

Las más importantes son: *I. lacunosa*, *I. trichocarpa* (syn. *I. trifida*), *I. triloba* (syn. *I. ramoni* e *I. trifida*), *I. gracilis* e *I. tiliacea*. No obstante, existe la posibilidad de que los verdaderos ancestros de *I. batatas* hayan desaparecido.

2. Historia

La primera referencia histórica sobre la batata corresponde a los escritos de Oviedo y Valdez (173) que menciona su descubrimiento en La Hispaniola y Cuba durante el primer viaje de Colón, la que fue llevada a España y cultivada allí poco después.

Durante el primer siglo posterior al descubrimiento de América, la batata fue poco mencionada en la literatura botánica o sólo en forma confusa. Son, sin embargo, numerosas las citas de los cronistas que acompañaron a las expediciones de los primeros conquistadores españoles en sus viajes por las regiones tropicales y subtropicales del continente.

La primera descripción precisa fue la publicada por el inglés Clusius en su obra *Historia Rariorum Plantarum* (29), en donde menciona tres tipos de raíces: Camotes, Batatas e Inhames Lusitanorum, que encontró cultivados en el suroeste de España (Provincia Baetica).

Bajo el nombre de Batatas incluye tres clases: una de piel roja o purpurácea (que era la más apreciada), una segunda de piel poco coloreada y una tercera blanca. Las batatas producidas en Málaga eran las de mejor calidad, siendo exportadas a otras zonas de España. La única diferencia aparente entre los Camotes y las Batatas consistía en que éstas eran más alargadas y tiernas. Clusius no consignó referencias de la producción de flores y semillas. El Inhames descrito seguidamente era, sin duda, el ñame (*Dioscorea batatas*).

Una de las referencias antiguas más completas es la de Sloane (201), en su obra *Jamaica Natural History*, en la cual describe detalladamente la morfología de la planta, incluyendo las cápsulas (quizás por primera vez). Comenta los sistemas de cultivo, en llano y en bordos, y la conveniencia de cosechar a los cuatro meses para evitar daños por gusanos del suelo. Distingue dos tipos principales de batata, de piel blanca y roja, y la forma de cocinarlas (hervidas o asadas en las cenizas). Sloane considera a las batatas como uno de los alimentos mejores y más nutritivos, mencionando el destino de grandes cantidades para preparar la bebida fermentada denominada *mobby*.

Según otros autores, la batata ha sido cultivada en el norte de la República Argentina en épocas anteriores a la conquista.

Numerosos botánicos viajeros mencionan el cultivo de las batatas en diversos países mundiales (78): Bauhin (1623) en el Caribe, Marcgrav (1648) en el Brasil, Rheede (1688) en Malabar, Plukenet (1696) en la India, Merian (1705) en Surinam, Sloane (1707) en Jamaica, Catesby (1723) en las Bahamas, Carolina y

Virginia, Pickering (1740) en Nueva Zelandia, Thunberg (1784) en Japón, Loureiro (1793) en Cochinchina, Choisy (1824) en India, China e Isla Mauricio, etcétera.

Con respecto a la nomenclatura científica de la batata, O'Donnell (170) proporciona la siguiente sinonimia hasta llegar al nombre científico actual de *Ipomoea batatas* (L.) Lam.:

- Convolvulus edulis* Thunberg (1784).
- Convolvulus batatas* L. (1753).
- Convolvulus esculentus* Salisbury (1796).
- Convolvulus tuberosus* Vell. (1825).
- Convolvulus cordatifolius* Vell. (1825).
- Convolvulus varius* Vell. (1825).
- Batata edulis* (Thunb.) Choisy (1833).

Zhukovsky (242), basándose en consideraciones lingüísticas, fitogeográficas, genéticas e históricas, ubica a la batata entre las especies originarias de su "Décimo Genocentro de Origen de las Plantas Cultivadas" que abarca Méjico, América Central y las Antillas.

3. Formas de utilización

A) Consumo directo

Es la forma tradicional de utilización de las raíces tuberosas, que se preparan hervidas, asadas o fritas, sin condimentación alguna. Es tradicional en el norte de Argentina el consumo en forma de puré con leche.

B) En dulces

Con el agregado de azúcar y otros ingredientes. Los más conocidos son: "dulce en almíbar", "crema de batata" (considerado como postre nacional argentino), "batatas glacé", "batatas brillantadas", "bocaditos dulces" (en el Japón), "empanadillas", "bizcochos".

C) Deshidratadas

En forma de harina (en el Perú se mezcla con la harina de trigo para preparar el llamado pan - camote); en pequeños trozos integrando las mezclas de hortalizas deshidratadas, base de la denominada "sopa juliana"; "en escamas" o *flakes* con los cuales se prepara el "puré instantáneo" y los *baby food*.

D) Congeladas

Mediante técnicas de congelamiento rápido que producen las *batatas frozen* en rebanadas.

E) Conservadas al natural

Las batatas partidas se enlatan, agregando una solución azucarada liviana (237).

F) Fritas crocantes o chips

Análogas a las preparadas con papa (238).

G) Industrias derivadas:

Almidón de batatas de alta calidad para el apresto de tejidos, dado el pequeño tamaño de los granos (semejantes al de arroz).

Alcohol etílico. La batata constituye en el Japón, la materia prima más importante para la fabricación de alcohol industrial (en 1970, el 54 % de la producción de batatas se destinó a esta finalidad).

Miel o Syrup. Que se obtiene por sacarificación de los almidones, en forma semejante al *syrup* de maíz.

Extracción de β -caroteno a partir de las variedades seleccionadas por su pulpa naranja-oscuro.

H) Brotes de batata

En diversas regiones de América (Méjico) y Oceanía (Filipinas, Taiwán, Polinesia, etc.) se consumen los brotes de batata, que se despuntan en sus últimos 10 cm, como verdura dejando sólo las hojas no mayores de 1 cm. Se prefieren las variedades glabras (sin pelos) con guías de color púrpura, del tipo de nuestra Criolla Amarilla. En ensayos realizados en Taiwán se obtuvieron de 14 a 17 toneladas, por hectárea y por año, de brotes comestibles, en cosechas sucesivas, con un contenido de 23 a 25 % de proteínas (base seca).

I) Uso forrajero

Las raíces tuberosas, chicas o cortadas en rebanadas, tanto frescas como deshidratadas, son un alimento excelente para cerdos, vacunos y yeguarizos, habiéndose ensayado también en la alimentación de aves.

Las guías y brotes, se recomiendan especialmente para el

ganado lechero, debido a la conocida propiedad de estimular la secreción láctea. Hay variedades seleccionadas con esta finalidad.

J) *Uso ornamental*

Tradicionalmente se utilizan las variedades de batata con guías de color púrpura, por su notable efecto ornamental, principalmente en interiores. Se colocan las batatas en recipientes con arena húmeda, que se cuelgan de las paredes o soportes, lo que provoca una intensa brotación y desarrollo de grandes masas de guías y follaje de hermoso colorido.

K) *Batata-semilla selecta*

Se utiliza para la preparación de los viveros de multiplicación con estrictos controles sanitarios.

Es interesante mencionar los estudios realizados en el *Battelle Memorial Institute* (Ohio, E.U.A.) que demostraron las excelentes condiciones de la planta de batata para ser cultivada en las estaciones extraterrestres del futuro, por su gran capacidad para purificar el aire y elaborar reservas alimenticias.

4. Estadísticas

Según el *Production Yearbook* de FAO (71), los principales países productores de batata en el año 1974, ordenados en base a su producción en miles de toneladas, fueron:

1. China	113.100	12. Camerón	550
2. Indonesia	2.180	13. Kenya	540
3. India	1.800	14. Vietnam D.R. ...	510
4. Korea REP.	1.670	15. Sudán	455
5. Brasil	1.536	16. Rwanda	400
6. Burundi	1.200	17. Papua - Guinea ..	400
7. Japón	1.024	18. Madagascar	350
8. Uganda	720	19. Korea D.P.R.	320
9. Filipinas	640	20. Tailandia	320
10. Bangladesh	637	21. Argentina	320
11. Estados Unidos ..	606		

Llama la atención el predominio de los países con grandes aglomeraciones humanas y necesidad de aprovechar al máximo los suelos con problemas de fertilidad o climáticos, aspectos que la batata resuelve de la mejor manera posible.

Es oportuno aclarar que en 1974 la producción argentina fue extremadamente baja. En 1973, año normal, nuestra producción fue de 488.000 toneladas.

En 1974, los totales mundiales fueron de 134.225.000 toneladas, con una superficie plantada de 19.257.000 ha y un rendimiento medio de 6.970 kg/ha. No es posible comparar estos valores con los de años anteriores ya que las estadísticas de FAO, hasta 1973, engloban la producción de batatas con la de ñames.

Es interesante parangonar estas cifras con los correspondientes a la papa, hortaliza con la cual compite la batata. Para aquélla, la producción mundial en 1974 fue de 253.724.000 toneladas, con una superficie plantada de 21.931.000 hectáreas y un rendimiento medio de 13.353 kg/ha. Teniendo en cuenta que la potencialidad productora de ambas hortalizas es análoga, se deduce que la batata debe ser cultivada con más esmero, aplicando una mejor tecnología.

En Argentina, el Boletín de Estadística del Instituto Nacional de Estadística y Censos de la Presidencia de la Nación de octubre - diciembre de 1973, brinda las siguientes cifras sobre la producción de batatas, en toneladas, para el quinquenio 1969-73 (período con producción normal):

<i>Provincia</i>	<i>1968-69</i>	<i>1969-70</i>	<i>1970-71</i>	<i>1971-72</i>	<i>1972-73</i>
1. Santiago del Estero	132.200	126.900	182.400	152.000	254.700
2. Buenos Aires	121.600	109.700	93.900	69.700	75.300
3. Tucumán	52.500	44.400	33.600	15.700	33.400
4. Formosa	27.400	13.000	20.400	25.400	25.500
5. Corrientes	54.700	64.300	50.600	11.900	25.300
6. Chaco	21.300	20.400	25.600	18.400	25.000
7. Córdoba	28.700	16.300	16.600	12.200	17.200
8. Santa Fe	15.000	17.600	11.500	11.000	16.000
9. Misiones	9.800	10.000	8.200	3.000	7.300
Resto del país	16.300	15.400	10.800	8.600	8.300
Total toneladas	479.500	438.000	453.600	327.900	488.000
Total hectáreas plantadas	49.400	47.900	45.500	43.800	46.000

Analizando los valores del cuadro anterior se deduce que, salvo las fluctuaciones normales ocasionadas por factores climáticos, la producción de batatas en la Argentina se encuentra estabilizada.

5. Organografía (68)

La planta de batata es perenne, pero se la cultiva como anual. Su porte es rastroso, y su consistencia, herbácea.

Raíz

Las plantas originadas de semilla presentan una raíz típica con un eje central y ramificaciones laterales. Generalmente, y a los dos meses adquiere un diámetro de 0,5 a 1,5 cm, presentando las características de piel y pulpa que tendrán las futuras batatas de consumo.

En las plantas producidas a partir de guías, plantines o batatines (también mediante hojas, que suelen utilizarse en trabajos de investigación), se desarrolla un vigoroso sistema radicular que suele llegar hasta 1,60 m de profundidad, y aun más si se trata de suelos sueltos profundos.

Jones, S.T. (106) determinó que el 81 % del sistema radicular se encuentra en los primeros 46 centímetros. Fuera de los 30 cm de radio, las raíces pueden penetrar hasta 23 cm de profundidad.

Wilson (234) clasificó los distintos tipos de raíces de la batata de la siguiente manera (fig. 1):

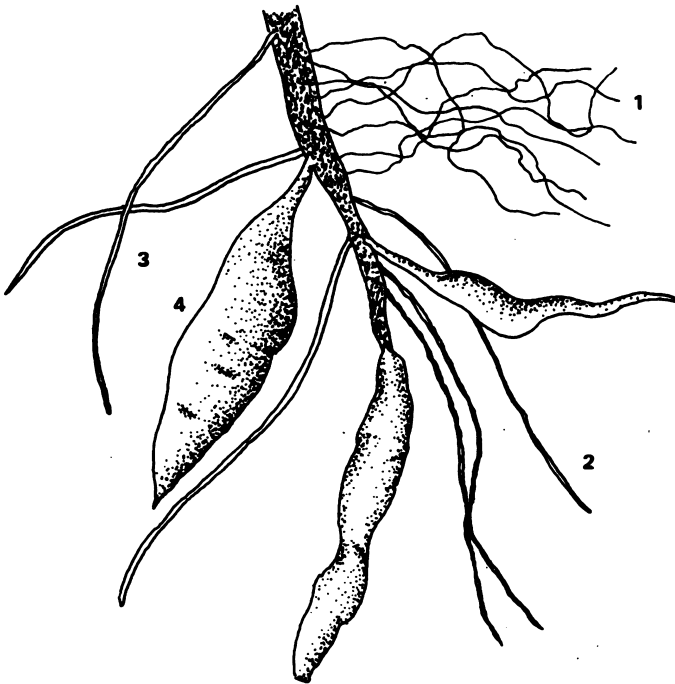


Figura 1. Distintos tipos de raíces: 1) fibrosa; 2) cordoniforme; 3) cabliforme; 4) tuberosas.

- I. Raíces originadas en el tallo.
 - A) Con geotropismo positivo.
 - 1) Raíces delgadas.
 - 2) Raíces gruesas.
 - a) Raíces cordoniformes (*string*).
 - b) Raíces cabliformes (*pencil*).
 - c) Raíces tuberosas (batatas).
 - B) Diageotrópicas (superficiales).
 - 1) Raíces delgadas.
 - 2) Raíces gruesas
- II. Raíces originadas en otras raíces (laterales).
- III. Raíces originadas en las batatas (en los batatines utilizados como semilla).

Las raíces tuberosas o batatas, que constituyen el objeto del cultivo comercial, se originan normalmente en los nudos del tallo que se encuentran bajo tierra. Pueden desarrollarse hasta adquirir una longitud de unos 30 cm y un diámetro de 20 cm.

En la raíz tuberosa se distingue: un "pedúnculo proximal", (que la une al tallo), una parte dilatada central o "tuberización" y el "extremo distal" o "cola" (fig. 2).

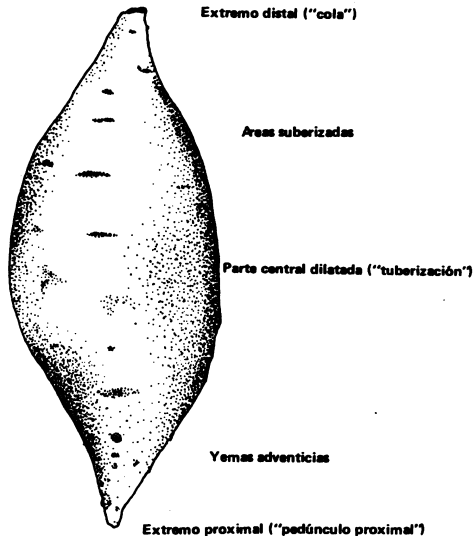


Figura 2. Forma ideal (fusiforme) de batata para mercado que domina en las modernas variedades de alta selección (Centennial), de 5 a 7 cm de diámetro x 14 a 20 cm de longitud.

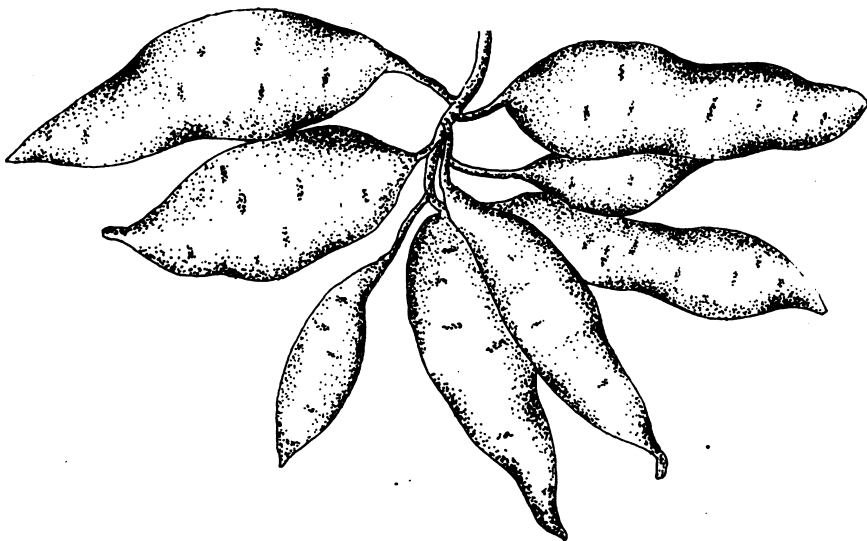


Figura 3. Producción de batatas en una planta de la variedad Tucumana Lisa.

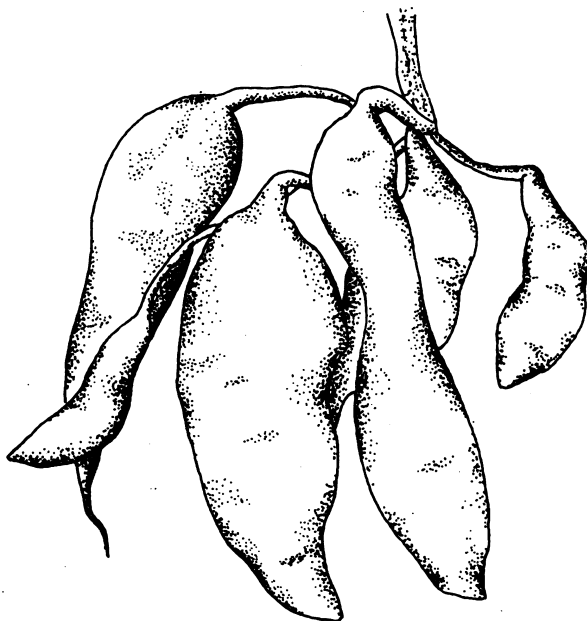


Figura 4. Producción de batatas en una planta de la variedad Brasileira Blanca.

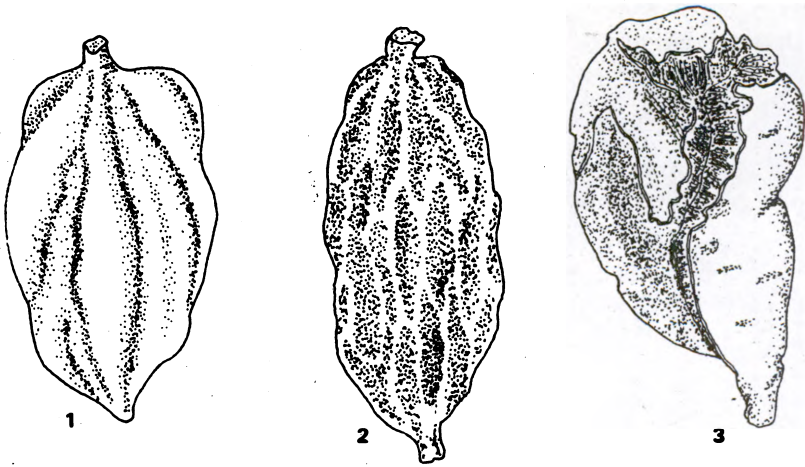


Figura 5. Defectos que pueden presentar las batatas: 1) batata surcada; 2) batata venosa; 3) batata agrietada (*cracking*).

En la diferenciación de los diversos cultivares (variedades) se observan las siguientes características (158) (figs. 3,4 y 5).

- 1) La distancia de la tuberización con respecto al tallo puede variar, y así tenemos: pedúnculo corto, entre 2 y 5 cm, presentando las batatas "sentadas", lo que facilita la cosecha (común en las variedades modernas) y pedúnculos largos que se presentan en variedades poco selectas o a causa de condiciones desfavorables de suelo y clima.
- 2) Posición en el suelo: pueden encontrarse en posición vertical, oblicua, dispersa o arracimada (ideal para la cosecha mecánica).
- 3) Forma de la batata: esferoidal, elipsoidal, ovoidea, napiforme, fusiforme, irregular.
- 4) Superficie: lisa, surcada, venosa, rugosa. Suelen presentar áreas suberizadas y lenticelas (fig. 3).
- 5) Color de la piel: blanco, cremoso, suberoso, bronceado, rosado, rojo, anaranjado, púrpura o combinación de colores.

Al seccionar las batatas puede visualizarse el "anillo del cámbium", debajo de la corteza, y aparecen gotitas blancas de *látex* que se oscurecen rápidamente debido a la oxidación activada por las peroxidasa que contienen.

Tallo

Vulgarmente conocido como *guía* o *bejuco* suele ser de hábito

rastrero, si bien existen también variedades con tallos muy cortos, de tipo arbustivo erecto. Se describen a continuación las características de interés agronómico (fig. 6).



Figura 6. Parte aérea de la batata Brasileira Blanca: 1) tallo pubescente; 2) hoja cordoniforme con ápice en gancho; 3) inflorescencia; 4) botón en el día anterior a la antesis; 5) flor abierta con corola infundibuliforme; 6) flor seccionada mostrando el pistilo y cinco estambres; 7) sépalo interno y externo; 8) cápsula; 9) semilla.

- 1) Longitud: de 10 a 30 cm en los cultivares enanos, llegando hasta 6 m en los comunes.
- 2) Grosor: *delgado*, menos de 4 mm; *mediano*, entre 4 y 6 mm; *grosso*, más de 6 mm.
- 3) Superficie: glabra (sin pelos) o pubescente.
- 4) Ramificación: poco o muy ramificada, presentando una o dos yemas en cada axila foliar.
- 5) Color: verde, bronceado, rojizo, púrpura o combinación de colores.

Algunos cultivares presentan la típica torsión de las convolvuláceas trepadoras.

En la zona de inserción del pecíolo en el tallo pueden visualizarse dos primordios radiculares en forma de pequeñas protuberancias. En ciertas variedades se observa frecuentemente "fasciación del tallo", es decir, un ensanchamiento anormal en forma de faja.

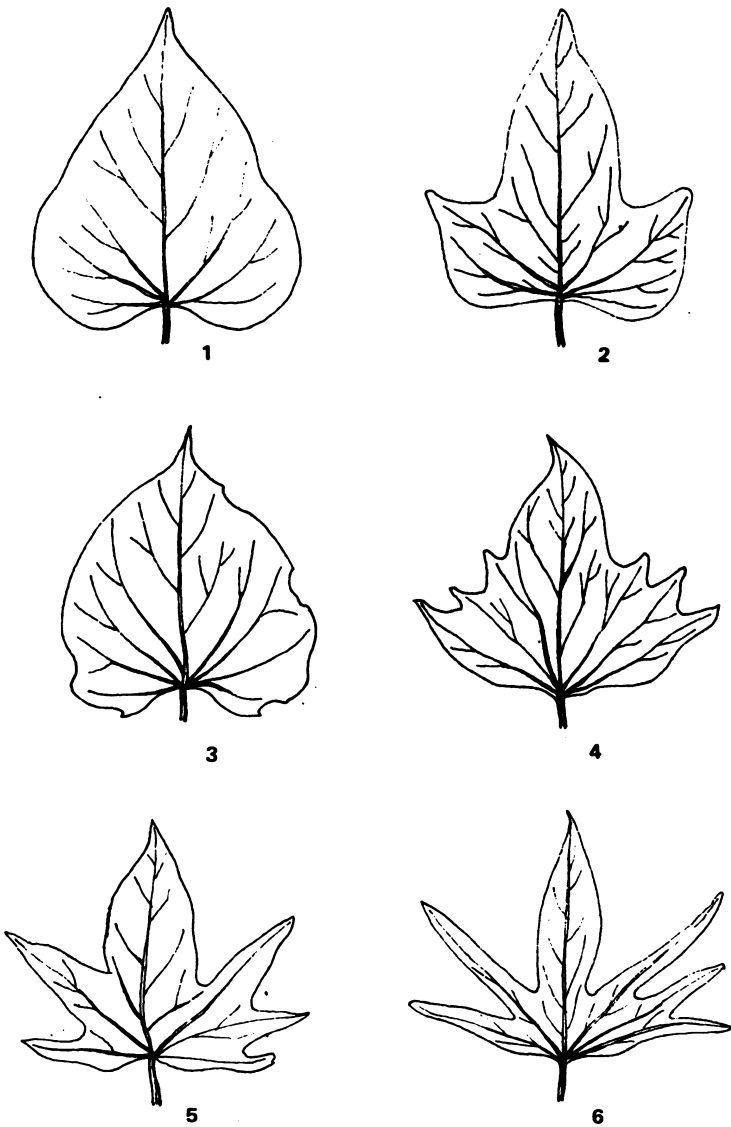


Figura 7. Distintos tipos de hojas: 1 y 2) dimorfismo foliar en Criolla Amarilla: limbo cordiforme con borde liso y trilobulado; 3) limbo orbicular con borde levemente dentado de Tucumana Lisa; 4) hoja astata dentada de Unit I Porto Rico; 5) hoja lobulada de Tucumana Morada; 6) hoja sectada de Canaria.

Hoja

La planta obtenida de semilla presenta dos cotiledones (hojas embrionarias) bilobulados. Ocasionalmente aparecen plantitas con uno o tres cotiledones.

Las hojas normales (normófilas) son simples, de inserción aislada sobre el tallo, con filotaxia espiralada 2 : 5. Sus características son:

- a) Pecíolo: con longitud de 4 a 20 cm, presentando color y pubescencia semejante al tallo.
- b) Lámina: (fig. 7), su forma general puede ser orbicular, ovalada o astada; la base de la lámina es recta, aguda o con seno cordiforme o redondeado; el borde puede ser entero, dentado, lobulado o partido; el ápice, acuminado u obtuso, termina casi siempre en una "espínula" (en el cultivar Brasileira Blanca, el ápice se presenta encorvado hacia abajo en forma de gancho).

Las nervaduras de la cara inferior son de color verde, rojizo o púrpura, pudiendo estar coloreadas en toda su longitud o solamente en la base. Este color suele intensificarse en el nacimiento de las nervaduras de la cara superior de la lámina, formando una "estrella".

Existen variedades con láminas erectas, acartuchadas o rugosas (estas últimas generalmente como consecuencia de las infecciones por virus). Algunos cultivares, como Criolla Amarilla, poseen dimorfismo foliar, presentando láminas con borde entero y otras lobuladas.

En algunas variedades como Brasileira Blanca, a medida que avanza el desarrollo de la planta, las hojas jóvenes se presentan teñidas de color púrpura. Al llegar la planta a su madurez de cosecha el follaje se torna verde pálido.

Flor

Las flores están agrupadas en inflorescencias de tipo *cima bípala*, con raquis de 5 a 20 cm de largo, con dos brácteas en su extremidad.

Los botones florales poseen un color característico de la variedad, que va desde el verde pálido hasta el púrpura oscuro.

Las características florales son:

- a) Pedúnculo floral: mide 2 a 15 mm de largo.
- b) Cáliz: está formado por dos sépalos exteriores y tres interiores oblongos.
- c) Corola: prefloración plegado —contorta; la corola abierta es infundibuliforme, de 2 a 4 cm de largo por 2 a 4 cm de ancho; bordes de las áreas mesopétalas purpúreas o

- violetas; interior del tubo, púrpura o rojizo. Existen variedades con corola blanca (Tucumana 19).
- d) Androceo: posee cinco estambres cuyos filamentos están parcialmente soldados a la corola; las anteras son blanquecinas, amarillas o rosadas, y su dehiscencia es longitudinal.
- e) Gineceo: está constituido por un pistilo bicarpelar con estigma bicapitado (característico del género *Ipomoea*).

Las flores de batata pueden presentar fenómenos de "regresión ontogénica", v.g.: apomixia, dialipetalia, estaminodia, petaloidía (69)

Fruto

Es una cápsula redondeada, con diámetro de 3 a 7 mm, que posee un apículo terminal dehiscente.

Las cápsulas inmaduras presentan características típicas de cada cultivar. Su color varía desde el verde claro hasta el púrpura oscuro, con diversos grados de pubescencia.

Las cápsulas contienen de 1 a 4 semillas, necesitando desde la fecundación hasta la maduración de 25 a 40 días en primavera, y de 40 a 55 días en otoño (69).

Semilla

Su diámetro es de 2 a 4 mm, poseen forma irregular a redondeada, levemente achatada, de color castaño a negro. El tegumento es impermeable lo que dificulta su germinación. No poseen período de dormición, y 1.000 semillas pesan en promedio de 20 a 25 gramos (oscila entre 13 y 30 gramos).

6. Anatomía de la raíz tuberosa

Según Artschwager (12), la estructura primaria de las raíces de batata destinadas a transformarse en raíces tuberosas, es radial, pentarca o hexarca.

Cuando los cordones xilemáticos llegan a su madurez, se origina un cámbium primario, entre el floema y el xilema, que al extenderse forma el cilindro cambial.

La actividad del cámbium produce la estructura secundaria.

Posteriormente aparecen cámbium secundarios y terciarios que rodean los haces vasculares diseminados en la masa parenquimatosa del cilindro central, que producen la estructura terciaria y cuaternaria respectivamente. Toda esta intensa actividad meristemática es la causa del crecimiento, a veces sorprendente, de las batatas.

La diferencia entre los tres tipos de raíces gruesas (234), reside en el grado de lignificación de la *estela* y en la actividad de los meristemas.

En las raíces *cordiformes* esta actividad es mínima (se reduce al cámbium) y casi completa la lignificación de la estela. En las raíces *cabliformes* se producen tejidos parenquimáticos y leñosos, siendo limitada la actividad de los meristemas secundarios y terciarios. En las raíces *tuberosas* ("batatas") la lignificación es escasa y enorme el desarrollo del tejidos parenquimáticos (fig. 8).

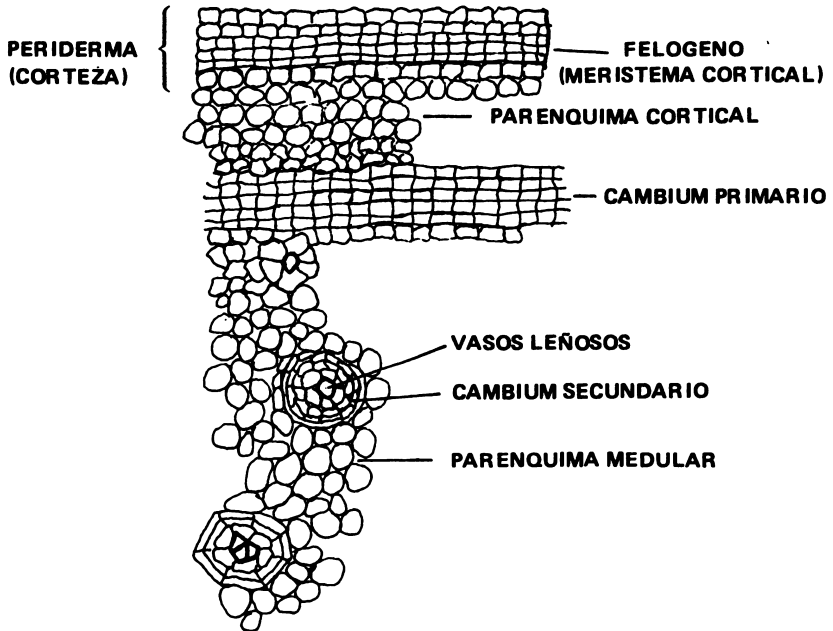


Figura 8. Estructura de una raíz tuberosa joven de batata (según Robbins, 1929).

En la zona cortical de las batatas suelen originarse haces fibrovasculares que forman, en ciertas variedades, "venas" superficiales, más o menos prominentes.

Al engrosar el cilindro central se desintegra la corteza, y entonces aparece un felógeno pericíclico que origina el periderma o piel de la batata.

En todos los tejidos se forman células laticíferas que se unen entre sí para constituir los vasos laticíferos, sin que desaparezcan totalmente los tabiques transversales.

El almidón y los azúcares se acumulan principalmente en el parénquima fascicular originado en el cámbium primario, que se mantiene siempre en actividad.

Los períodos de intensas sequías provocan la lignificación de los tejidos, que dificultan la posterior actividad de los meristemas, restringiendo el crecimiento de las batatas. Esto explica porqué, a veces, las plantaciones tempranas rinden menos que las tardías que no han sufrido deficiencias de humedad.

Morris y Mann (161) estudiaron las características del periderma de las batatas en el momento de la cosecha, comprobando que el cultivar Porto Rico presentaba un promedio de 3,8 capas de súber, mientras Yellow Jersey tenía 9 y Hawaiian 4,3. El cv. Porto Rico presentó la mayor resistencia al despellejamiento durante los manipulados de la cosecha.

7. Fisiología del crecimiento

Fisiología de la semilla

Las semillas de batata conservan su poder germinativo por un período mayor de 10 años.

Debido a su tegumento impermeable, la germinación en condiciones naturales es muy lenta, por lo cual se hace necesario realizar ciertos tratamientos. Los más recomendados son:

1) *Escarificación mecánica*, consiste en colocar la semilla en cilindros rotativos recubiertos interiormente con papel de lija u otro material semejante;

2) *Escarificación química*, se realiza sumergiendo las semillas, durante 20 hasta 60 minutos, en ácido sulfúrico concentrado, lavando seguidamente con agua (129).

3) *Decapitación*: se elimina una pequeña porción de tegumento, utilizando unas tijeras o cortauñas; es el método más eficaz (utilizado en Tucumán) pues, con temperaturas entre 25 ° y 30 °C, en 48 horas se consigue la emisión de la radícula en el 100 % de las semillas viables.

Los cotiledones son epigeos, es decir, que son expulsados fuera de la tierra al germinar la semilla. El hipocótilo crece rápidamente de modo que a los 3 ó 4 días alcanza su altura normal (de 5 a 8 cm). A las tres semanas, los plantines (*seedlings*) presentan ya 3 ó 4 hojas normales desplegadas.

Luego de dos meses, la raíz principal adquiere un diámetro de 0,5 a 1,5 cm, y presenta las características básicas de las futuras batatas, en cuanto a precocidad, color de la pulpa, abundancia de látex y actividad enzimática (oscurecimiento del corte de la raíz debido a la acción de oxidasas del sistema catecol y formación de compuestos fenólicos). Esto permite una selección temprana en el proceso de mejoramiento de esta planta.

Las plantitas (*seedlings*), llevadas a campo en primavera, llegan

al otoño con la parte aérea y las batatas típicas de la futura variedad.

Crecimiento de la planta

Según Ogle (171), la temperatura óptima del suelo para el desarrollo del sistema radicular de la batata, oscila entre 24° y 27°C, dependiendo de las características varietales. La temperatura mínima es de 10°C. El sistema caulinar en cambio tiene un crecimiento óptimo a 30 °C y un mínimo a 15 °C.

Scott (192) estudió el proceso combinado de tuberización y de producción de guías en la variedad Porto Rico (precoz), dividiéndolo en tres fases (fig. 9):

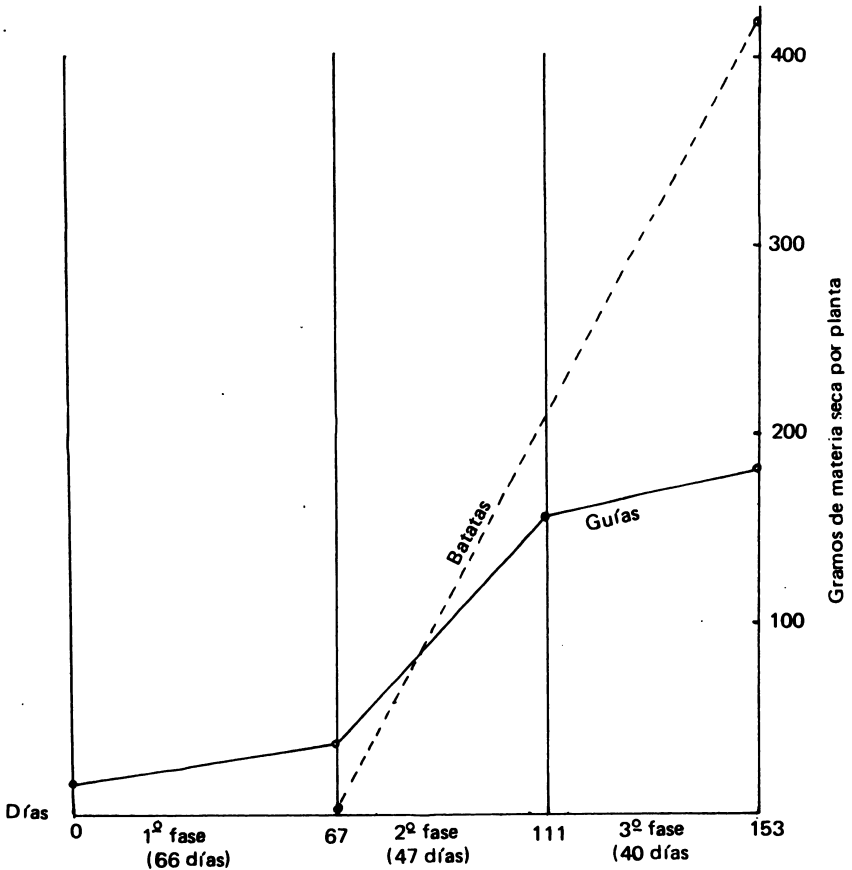


Figura 9. Tres fases del crecimiento de las guías y batatas (adaptado de Scott, 1950).

- 1) Crecimiento de las guías y de las raíces absorbentes (duración de aproximadamente 66 días).
- 2) Iniciación de la formación de raíces tuberosas, continuando todavía el crecimiento de las guías y raíces absorbentes (con período de 47 días).
- 3) Paralización en el desarrollo de las guías y rápido crecimiento de las batatas, durante unos 40 días.

Folquer y Brucher (60) estudiaron el proceso de tuberización de la variedad Brasilera Blanca (tipo seco, tardía) en Tucumán, relacionándolo con las épocas de plantación y cosecha (fig. 10).

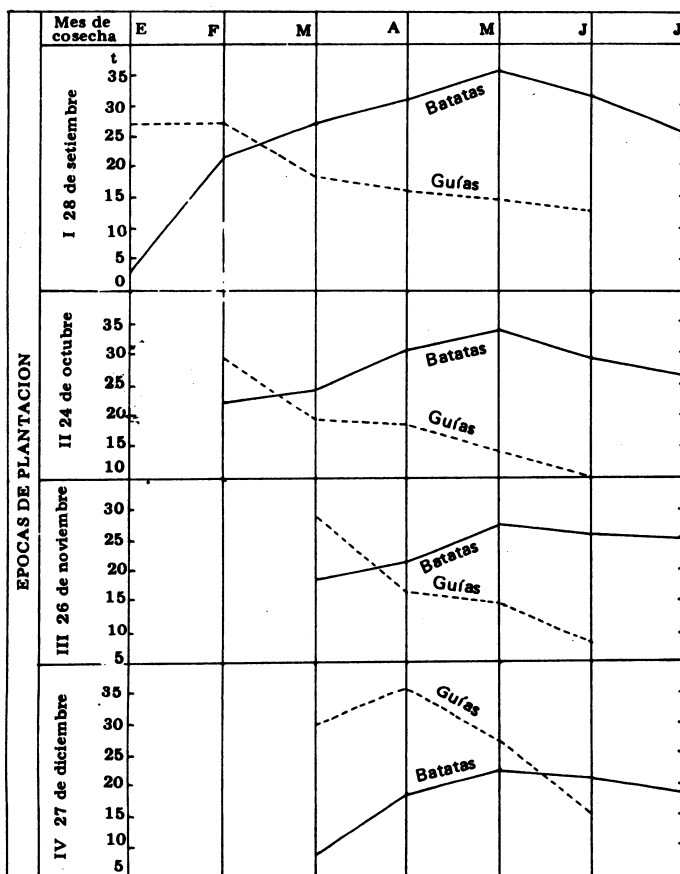


Figura 10. Rendimiento de la variedad Brasilera Blanca de acuerdo a las épocas de plantación y cosecha (Folquer y Brucher, 1950). Referencias: línea llena = batatas; línea cortada = guías.

Por ser éste un ensayo realizado en condiciones excepcionales de regularidad climática, los resultados obtenidos son la expresión de las tendencias naturales de la variedad Brasileira Blanca, que domina totalmente la producción de batatas en el norte argentino.

Se transcriben a continuación los comentarios más interesantes de la mencionada publicación, debiendo recordarse que todas las cifras se refieren a peso fresco de la planta.

El rendimiento máximo de las guías coincide con el cuarto mes de desarrollo, a partir del cual se produce un descenso gradual, que coincide con el rápido incremento de la tuberización y el envejecimiento o "maduración" de la planta.

La cifra máxima de la producción de guías correspondió a la plantación de diciembre (cuya cosecha se efectúa en abril), que alcanzó un total de 35,8 toneladas por hectárea.

Se observa que la diferencia entre la producción de guías y de batatas en el cuarto mes de desarrollo, aumenta a medida que las plantaciones son más tardías, a causa de la mayor producción de guías y la menor de batatas. Esto indicaría que las plantaciones tardías se exponen más al "vicio" que las tempranas (se entiende por "vicio" un excesivo desarrollo del follaje a costa de la producción de batatas).

El máximo rendimiento en batatas se obtuvo en la cosecha del mes de mayo de la primera plantación (octavo mes del desarrollo), con un equivalente de 36,05 toneladas por hectárea.

Un hecho notable es que, en todas las plantaciones, el mayor rendimiento de batatas se produjo en el mes de mayo, seguido en las cosechas posteriores por un descenso gradual de la producción. Este descenso alcanza aproximadamente a cuatro toneladas por mes (cosechas de junio y julio) en las dos primeras plantaciones.

Por otra parte, las cantidades y porcentajes de batatines muestran cierta tendencia a aumentar luego del mes de mayo, pese a la disminución de la producción total.

Las cifras extremas en la producción total de batatas, batatas comerciales, porcentaje de batatines y floración, se han reunido, a pesar de las distintas épocas de plantación, en el mes de mayo, coincidiendo con la acción retardada del descenso otoñal de la temperatura y de las lluvias, así como también con la longitud del día próxima a las 11 horas. Conviene recordar aquí que las interacciones insinuadas están vinculadas siempre con las condiciones particulares del suelo, del clima y con las características del cultivar utilizado.

Wilson (234) estableció que las raíces gruesas son órganos de tuberización que actúan en base a la interacción del ácido indolacético con la peroxidasa, ya que esta última actúa tanto inactivando al primero como en la biosíntesis de la lignina. A su vez, el ácido indolacético inhibe a la lignina-polimerasa.

Se ha comprobado que en las raíces en proceso de tuberización la actividad de la peroxidasa es mínima; en cambio, resulta máxima en el pedúnculo de las batatas y en las raíces cordoniformes.

Según Hozyo (92), cuanto mayor es la actividad fotosintética, mayor es el crecimiento de las batatas. Esto explica la escasa tuberización cuando las plantas están en ambientes poco iluminadas.

La excesiva frondosidad paraliza la fotosíntesis en las hojas de las capas inferiores del follaje (sombreados), que se convierten así en "hojas parásitas", pues consumen en su proceso respiratorio sustancias de reserva elaboradas por las hojas superiores. A esto suele agregarse la condición de alta humedad y materia orgánica en el suelo que aumenta su contenido en anhídrido carbónico. Si el CO_2 en el suelo llega al 60 %, la intensidad respiratoria de las raíces puede elevarse en un 200 %, con el consiguiente consumo de sustancias de reserva.

Sekioka (196) determinó que la mayor traslocación de carbohidratos desde las hojas hacia las raíces se produce con una temperatura de 15°C , tanto del aire como del suelo. La máxima acumulación en las hojas ocurre cuando el aire alcanza 25°C de temperatura.

Ito y Kato (97) y también Hideo y Kato (88), experimentando con guías decapitadas (eliminando el ápice), comprobaron que el número de raíces tuberosas disminuye desde los nudos apicales (distales) hacia los basales (proximales). El crecimiento de las batatas se relaciona con la concentración de ácido indolacético y de carbohidratos.

Generalmente, durante el cuarto mes de desarrollo de la planta se produce una gran aceleración de la tuberización, aunque en esto influye fundamentalmente la precocidad de la variedad. Las plantaciones tardías acortan su ciclo de tuberización.

Wilson (236) sintetizó los conocimientos sobre el crecimiento de la planta de batata y el proceso de tuberización, relacionándolos con la planificación del mejoramiento de la especie. Se transcribe a continuación un cuadro sinóptico acerca de dichos conocimientos.

Las limitaciones fisiológicas en la utilización de la energía radiante del sol, que repercuten en los rendimientos de la cosecha son:

- 1) Falta de eficiencia en la captación de la luz solar debido a:
 - a) limitada superficie foliar desde la plantación hasta el momento en que el suelo queda cubierto por el follaje;
 - b) limitada superficie foliar desde la senescencia (enve-

- jecimiento) del follaje hasta la cosecha;
- c) escasez de luz en las capas inferiores del follaje lo cual resiente la fotosíntesis (predominando el proceso respiratorio), cuando el *índice del área foliar* (relación entre la superficie foliar y superficie del suelo) es superior a 3.
- 2) Distribución relativa de las sustancias elaboradas, entre el follaje y las raíces tuberosas, debido a:
 - a) excesiva formación de follaje en detrimento de las batatas;
 - b) tardía iniciación de la tuberización;
 - c) proporción de sustancias elaboradas que se traslocan a las raíces tuberosas.
 - 3) Ineficiencia en la conversión de la energía solar en carbohidratos, que suele ser de sólo el 7 % de la energía disponible por la fotosíntesis. De esto, sólo el 1,6 % se acumula en las raíces tuberosas. No obstante, la batata es considerada como una de las plantas con mayor eficiencia en el aprovechamiento de la energía solar.

El "análisis del crecimiento" es la técnica más recomendable para evaluar las limitaciones del "potencial de producción", siendo uno de sus aspectos más importantes la evolución del *índice de área foliar* (IAF) a través del ciclo de desarrollo de la planta, que podemos dividir en cuatro períodos:

Valor del IAF =	$IAF < 1$	$IAF > 1 < 3$	$IAF > 3$	$IAF < 3 > 1$	<i>Tiempo total</i>
N ^o semanas del período =	4,5	3,5	5,5	12,5	26

Al término del tercer período, con una acumulación de 13,5 semanas, el IAF llega a 4, que suele ser el valor máximo normal (es mayor cuando la planta se va *en vicio*), decayendo posteriormente por senescencia del follaje, momento en que la planta entra en su madurez de cosecha.

Tsuno (cf. Wilson, 236) determinó el efecto negativo de un *índice de área foliar* elevado que, al pasar de 3, provoca una rápida caída de la elaboración fotosintética por unidad de superficie.

Esto se debe no sólo a la baja actividad fotosintética de las hojas sombreadas, sino también al proceso respiratorio que consume reservas. Esto justifica la práctica tradicional de los agri-

cultores de eliminar las capas superiores del follaje, para controlar el "vicio", haciendo desaparecer la condición de parásitas de las hojas inferiores.

Spence y col. (204) descubrieron que el incremento en el proceso de tuberización provoca un aumento en la actividad fotosintética de la planta, que llega a su máxima eficiencia, es decir, que son dos procesos que se estimulan mutuamente.

Lowe y col. (123) determinaron que la iniciación de las raíces potencialmente tuberosas se paraliza a las 8 semanas de la plantación. Esto indica la importancia de las buenas condiciones ambientales durante este período de crecimiento. Ciertos factores negativos de fertilidad, humedad, temperatura, etc., pueden provocar que las raíces potencialmente tuberosas deriven hacia los tipos *cordoformes* o *cabliformes* sin valor comercial.

Las enzimas *amilo-sintetasa* y *fosfogluco-mutasa* fueron señaladas como las determinantes de la tuberización. La actividad de la *peroxidasa* y de la *indolacético-oxidasa* tienen importancia en la formación de células lignificadas o de células parenquimatosas de almacenamiento.

La actividad de la *nitrato-reductasa* regula la síntesis de proteínas que se requieren para un rápido desarrollo inicial del follaje y un temprano acceso al IAF 3. La lenta senescencia del follaje se ve favorecida por una buena actividad de la *nitrato-reductasa*, que induce altos rendimientos.

Wilson (232) denominó *fitomodelos* al sistema limbo-pecíolo-raíz-raíz tuberosa obtenido mediante el enraizamiento de hojas aisladas de la planta, que permiten caracterizar fisiológicamente, con precisión, gran número de *seedlings* y cultivares de batata. Los *fitomodelos* son especialmente útiles para una rápida determinación de la eficiencia fotosintética, de la actividad de la nitrato-reductasa, de la capacidad de tuberización y de la resistencia a las enfermedades.

Y. Togari (221) determinó la necesidad de una adecuada aereación del suelo para obtener una buena tuberización. Suelos muy húmedos durante el crecimiento provocan un gran desarrollo de las guías pero una escasa producción de batatas.

Las batatas no poseen período de dormición previo a la brotación, como ocurre con la papa.

Con respecto a la brotación, las batatas presentan generalmente "dominancia proximal", es decir que la mayor parte de los brotes aparecen en la zona próxima a su inserción en el tallo (fig. 11).

La brotación primaveral de las batatas las hace fibrosas e insípidas.

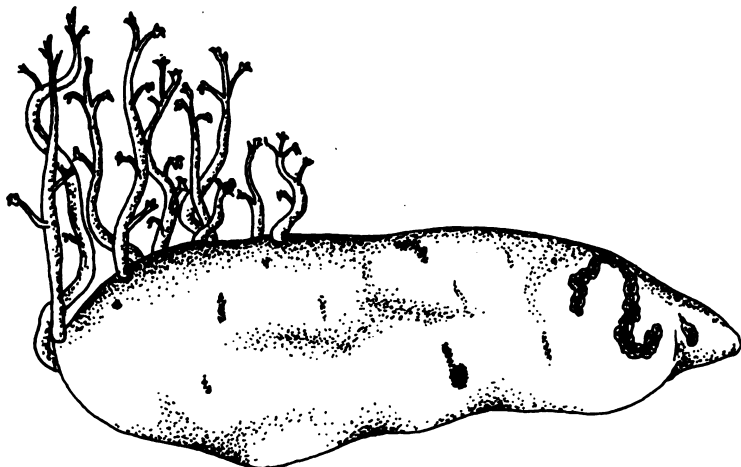


Figura 11. Dominancia proximal en la brotación de una batata.

8. Fisiología de la nutrición

Scott y Ogle (194) determinaron el contenido, de cinco elementos minerales esenciales expresados en P_2O_5 , K_2O , CaO y MgO , en las guías y batatas, en dos fechas del desarrollo de la planta: a los 61 y a los 122 días de la plantación. Por diferencia se calculó la cantidad de estos elementos absorbidos en el segundo período de 61 días. Para facilitar la comprensión, las cifras originales en libras/acre han sido convertidas en kilogramos/hectárea. En las investigaciones se utilizó la variedad "Maryland Golden". (Ver cuadro 1). Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos en esta investigación deben recordarse las conclusiones a las que arribaron los trabajos de Scott (193) y Folquer y Brucher (60) que demuestran el predominio del peso (tanto en materia seca como fresca) de las guías en la primera parte del desarrollo de la planta, mientras que durante la segunda parte, dicho predominio corresponde a las raíces tuberosas. (Ver figs. 9 y 10.)

En el cuadro 1 se observa la gran absorción de potasio, tanto en el primer período de desarrollo, como en el segundo que hace de este elemento el nutrimento más importante de la planta de batata. En cambio el requerimiento de nitrógeno y fósforo es moderado, y bajo el de calcio y magnesio.

Si comparamos los dos períodos (de 2 meses cada uno) en cuanto a requerimiento en nutrimentos por parte de las guías, llama la atención la gran absorción de nitrógeno, potasio, fósforo y magnesio durante el primer período y la brusca caída en el segundo. En cambio el nivel del calcio se mantiene estable. En relación con las raíces tuberosas, el proceso es a la inversa, es decir, con gran requerimiento de N, P, K y Mg en el segundo período, condición que también se cumple con el calcio, aunque en proporción muy baja.

El cuadro 1 nos permite deducir los kg/ha de cada elemento extraídos del suelo según que se cosechen sólo las batatas, sólo las guías o ambos órganos, y la necesidad de reposición de los mismos a través de la fertilización.

Cuando la planta no dispone de dosis apropiadas de potasio, las batatas producidas resultan alargadas y delgadas. Se ha comprobado que los requerimientos de elementos minerales presentan ciertas fluctuaciones, según la variedad de batata utilizada en las plantaciones.

Cuadro 1. Elementos minerales absorbidos por las guías y raíces tuberosas de la batata (kg/ha) en los dos períodos de crecimiento de la planta (197).

<i>Elemento</i>	<i>Parte de la planta</i>	<i>Primer período 61 días</i>	<i>Segundo período 61 días</i>	<i>Total a los 122 días</i>
Nitrógeno	guías	42,7	12,0	54,7
	raíces	12,0	46,7	58,7
	total	54,7	58,7	113,4
Fósforo (P ₂ O ₅)	guías	9,8	5,1	14,9
	raíces	4,2	24,4	28,6
	total	14,0	29,5	43,5
Potasio (K ₂ O)	guías	75,7	16,8	42,5
	raíces	42,7	95,6	138,3
	total	118,4	112,4	230,8
Calcio (Ca O)	guías	14,0	13,1	27,1
	raíces	1,1	5,4	6,5
	total	15,1	18,5	33,6
Magnesio (MgO)	guías	5,9	1,0	6,9
	raíces	0,7	5,6	6,3
	total	6,6	6,6	13,2

El análisis foliar como base para determinar el buen nivel nutricional de la planta, fue estudiado por Leonard y col. (121) quienes determinaron una correlación positiva entre el contenido de nitrógeno y el de potasio en las hojas y el rendimiento en las raíces tuberosas, mientras que no se encontró correlación significativa en relación con el fósforo, calcio, y magnesio.

Se han investigado también las necesidades de manganeso y boro. Generalmente, en los suelos arenosos, se recomienda incorporar de 5 a 10 kg/ha de bórax y 30 a 60 kg/ha de sulfato de manganeso para mantener altos rendimientos.

Dada la importancia del potasio en la nutrición de la batata, Scott (193) llevó a cabo un interesante estudio sobre el contenido de este elemento en las guías y en las batatas a través de cinco meses de desarrollo, habiendo utilizado para los ensayos la variedad "Maryland Golden". En el cuadro 2 se reproducen los resultados obtenidos expresados en kg/ha.

Cuadro 2. Absorción de potasio por las distintas partes de una planta de batata.

Parte de la planta	1 ^a y 2 ^a mes		3er. mes		4 ^a mes		5 ^a mes	
	kg/ha	% del total	kg/ha	% del total	kg/ha	% del total	kg/ha	% del total
guías	13,4	4,8	130,8	46,4	0,9	0,4	31,2	11,2
batatas	0,0	0,0	22,2	7,9	54,9	19,5	91,6	32,2

Según diversos autores, una cosecha de 15 t/ha de batatas extrae del suelo 70 kg de N, 20 kg de P₂O₅ y 110 kg de K₂O.

Los procesos específicos de la materia orgánica que interesan directamente a la producción de batatas, pueden ser sintetizados en la siguiente forma, debiendo aclararse que dichos progresos coinciden con los ya determinados por los fisiólogos en otras plantas cultivadas y silvestres.

Dado que los carbohidratos son las sustancias acumuladas en grandes cantidades por las batatas, que son el objeto principal de la producción comercial, nos referiremos especialmente a su proceso de elaboración, movilización, consumo y almacenamiento dentro de la planta; pero sin entrar en el estudio de las complejas reacciones físico-químicas, que escapan a las finalidades de la presente obra.

En forma sintética podemos decir que la fotosíntesis en las hojas produce glucosa y sacarosa; esta última es trasladada a las raíces tuberosas transformándose en glucosa, la cual, por condensa-

ciones sucesivas origina la maltosa, dextrina y almidón, forma principal de acumulación como sustancia de reserva.

Cuando las condiciones ambientales, principalmente la temperatura, estimulan la brotación primaveral de las batatas, se produce la movilización de las reservas en un proceso inverso al indicado anteriormente, es decir, que el almidón de las raíces tuberosas se transforma gradualmente en dextrina y luego en maltosa, que es trasladada a las yemas adventicias de las batatas o yemas invernantes de los tallos en donde la transformación de la maltosa en glucosa provoca una gran actividad de multiplicación celular y la brotación correspondiente. La glucosa se combina también con sustancias nitrogenadas, formando las proteínas requeridas por las nuevas células en formación.

Ehara y Sekioka (49), trabajando con sacarosa-C-14, determinaron que al aumentar la humedad del aire o del suelo, acercándose al 100 %, disminuye la traslocación de azúcar hacia las raíces tuberosas. Esto ocurre tanto a la luz como en la oscuridad.

No se conoce con precisión la función en la planta de la vitamina C (ácido ascórbico), ni de la pro-vitamina A (beta-caroteno) que se encuentra en las batatas de pulpa anaranjada. Ambas sustancias resultan de gran interés en la nutrición humana, siendo la batata un proveedor eficiente de las mismas.

9. Fisiología de la reproducción

Cuando las plantas de batata llegan a cierto desarrollo o madurez tienden a iniciar la producción de flores.

Existen cultivares de floración temprana (Centennial) o tardía (Tucumana 19, de flor blanca); otros florecen en períodos muy definidos (Brasilera Blanca), otros lo hacen sin interrupción durante gran parte del año (L-1-80) y algunos no florecen nunca (Texas 51).

Dadas las dificultades con que tropezaban los investigadores de los centros ubicados en climas templados para la producción de flores y semillas, se han realizado numerosos estudios tendientes a determinar los factores internos y externos, tanto naturales como artificiales, que regulan la floración y fructificación en *Ipomoea batatas*.

Dicha dificultad postergó por mucho tiempo los trabajos de genética y mejoramiento en esta planta.

Mencionaremos a continuación algunos de los trabajos más importantes.

Ante todo deben destacarse las observaciones sobre floración fructificación de la batata en regiones tropicales:

Rheenen (188) informa que en la Estación Experimental de Manokwari, en Nueva Guinea Occidental, a 1° de latitud sur, las batatas florecen poco, de modo que en los trabajos de mejoramiento se deben utilizar las modernas técnicas para inducir floración, desarrolladas para los climas templados (fotoperíodo de 8,5 horas, incisiones en los tallos, fertilización fosforada, injerto sobre *Ipomoea* no tuberíferas). Los porcentajes de fecundación y formación de cápsulas, son semejantes a los obtenidos en climas templados que llegan hasta el 25 % en las polinizaciones naturales y hasta el 53 % en las artificiales.

Mc Clelland (133), en Mayaguez, Puerto Rico (18° de latitud norte), realizó una investigación acerca de la influencia del tratamiento de día corto, 11 y 13,5 horas, en relación con el fotoperíodo natural durante los meses de marzo a junio, comprobando que el acortamiento artificial del día favoreció la floración.

Bailey (14), también en Mayaguez, observó la diferente capacidad de floración de las variedades de batata, resultando más abundante en el período octubre-abril y menor en mayo-setiembre. Nunca la floración se presenta en todas las plantas de una variedad. Esto quiere decir que las condiciones naturales de Puerto Rico se pueden mejorar con técnicas artificiales.

El autor de esta obra ha podido observar la limitada floración y fructificación espontánea de diversas variedades de batata en zonas tropicales del Brasil y Venezuela.

En regiones subtropicales como Tucumán (27° de latitud sur) se produce una buena floración espontánea, otoñal pero, normalmente, no se llega a la formación de cápsulas y semillas. En latitudes mayores (Córdoba, Mendoza), casi ninguna variedad llega a florecer.

J. C. Miller (140 y 141), de la Universidad de Louisiana, fue quien en sus históricos trabajos desarrolló las modernas técnicas para inducir la floración y fructificación de la batata en las regiones templadas, dando las bases para los grandes programas de mejoramiento de esta hortaliza en todo el mundo. Además de idear una serie de técnicas para inducir artificialmente la floración y fructificación, determinó los factores climáticos que, en las condiciones de Baton Rouge, Louisiana, (30° de latitud norte) favorecían dicha inducción.

Para las variedades del grupo "Porto Rico", estableció que la máxima floración se produce con un fotoperiodismo de 11,5 h, y la máxima fructificación cuando el mismo se alarga desde 11,5 hasta 12,5 horas. Cuando el fotoperiodismo va decreciendo desde 11,5 hasta 10 h, como ocurre en otoño, existe una buena floración, pero poca producción de cápsulas.

Observó que el desarrollo de las plantas sobre espalderas favorece la floración, ya que disponen así de mayor iluminación.

La máxima floración se produce en días soleados con temperatura entre 18° y 24°C, en que pueden fructificar hasta el 56 % de las flores.

Cuando las temperaturas oscilan entre 24° y 29 °C, un tiempo lluvioso parece favorecer la fructificación. Si el tiempo se mantiene nublado por varios días, la fructificación es reducida con cualquier temperatura.

Uno de los aspectos más importantes es el envejecimiento de las plantas mediante el desarrollo en invernáculo durante el invierno (*overwintering*) de modo que al llevarlas a las espalderas, una vez pasado el peligro de heladas, presentan guías largas que pronto forman una gran masa vegetativa con capacidad para una abundante floración, la cual se inicia a fines de verano.

Las flores se abren por la mañana temprano y suelen marchitarse hacia el mediodía, salvo que el tiempo se mantenga nublado y fresco, en cuyo caso se conservan abiertas hasta el atardecer o la noche. Las corolas marchitas caen al día siguiente.

La dehiscencia de las anteras se produce al abrirse las flores (antesis), siendo la polinización más eficaz, ya sea natural o artificial, la efectuada durante las 2 ó 3 horas siguientes.

La polinización natural es principalmente entomófila, pudiendo asegurarse mediante la colocación de colmenas en lugares próximos.

Para la polinización artificial, se extraen las anteras de la flor padre por medio de unas pinzas curvas y luego se frotan sobre el estigma de la flor madre (previamente emasculada). Con mayor frecuencia se utiliza un pincel de pelo de camello con el que se saca el polen de las anteras y se lo lleva hasta el estigma.

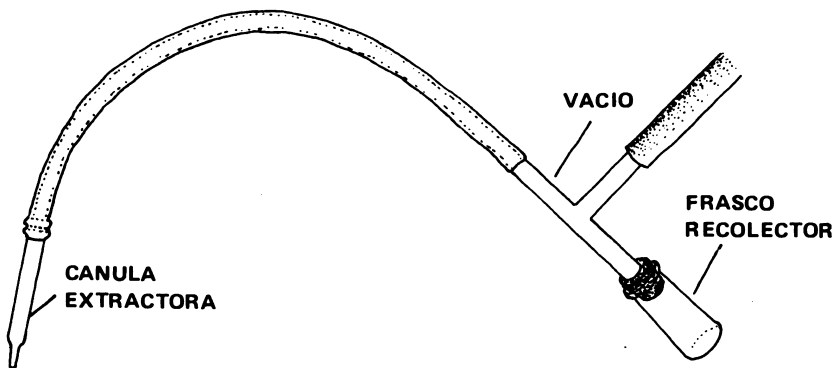


Figura 12. Dispositivo de King para la extracción de anteras (King, 1955).

King (112) ideó un dispositivo para la rápida extracción de las anteras (fig. 12) y conservación del material debidamente clasificado. Consiste en un tubo de vidrio en T cuya rama central se conecta con una bomba de vacío. Uno de los extremos se une a un tubo de goma terminado en una cánula, por la cual se absorben las anteras, y en el otro se coloca el frasco para el almacenamiento de las mismas.

Los frascos con las anteras, cerrados con un algodón flojo, se colocan durante 2 ó 3 horas en horno de aire seco a 35 °C, dejándolos luego en ambiente de laboratorio. El polen en estas condiciones conserva el poder germinativo de 5 a 6 días.

Según King (112), el polen de batata puede conservarse viable hasta 107 días, si se congela en nitrógeno líquido y se deshidrata por volatilización al vacío.

Wang y Ching-Kuan (229), en Taiwán, determinaron que cuando la temperatura nocturna (nictotemperatura) desciende por debajo de 12 °C las flores no desarrollan cápsulas. Esta condición, puede frecuentemente malograr, en algunas regiones, la abundante floración otoñal inducida por las diversas técnicas utilizadas.

Observaciones inéditas del autor indican que la persistencia de los órganos florales (salvo la corola) ocho días después de la polinización, es la consecuencia de haberse producido la fecundación de los óvulos. La abscisión posterior de las flores debe considerarse como causada por desequilibrios ambientales (humedad, temperatura, luz, nutrimentos, etc.) o por el ataque de plagas y enfermedades.

Al respecto deben mencionarse los trabajos de Jones, A. (100) y Martin, F. W. (125) que permitieron determinar la presencia del hongo *Fusarium moniliforme* en las células madres del polen, lo que produce la contaminación hasta del 26 % de las semillas. Con menor frecuencia se encontraron *Alternaria tenuis*, *Colletotrichum dematium* y otros.

En Tucumán (69) se observaron, especialmente en la variedad Brasileira Blanca, fenómenos de regresión ontogénica en los órganos florales (apomixia vegetativa) v.g. "petaloidía" (estambres transformados en pétalos), "dialipetalia" (división de la corola gamopétala), sépalos y brácteas foliosos. Estos fenómenos teratológicos se vieron notablemente estimulados con motivo del riego con aguas fuertemente alcalinas, debido a ocasionales residuos industriales.

La introducción de las técnicas de injertación y sobreinjertación de la batata sobre diversos pies de *Ipomoea* o convolvuláceas emparentadas y sobre variedades muy floríferas de batata, puso a disposición de los investigadores una nueva posibilidad para resolver el complejo problema de la floración y fructificación.

Corresponde a Tioutine (219), del Instituto de Investigaciones

en Cultivos Subtropicales de Sukhum (U.R.S.S.), el mérito de ser el iniciador de la injertación de batata sobre pies de otras *Ipomoea* con el fin de inducir la floración y fructificación, si bien no consiguió resultados positivos.

Togari y Kawahara (220), de la Estación Experimental de Tokio, fueron los primeros en adoptar exitosamente la técnica de la injertación, empleando como pie la convolvulácea ornamental *Calonyction aculeatum* House (sin. *Ipomoea alba* L.) Clasificaron las variedades de batata en tres grupos, en relación con el grado de afinidad entre el polen y el pistilo que intervienen en las posibles combinaciones. Cada uno de estos grupos denominados A, B y C, reúne a las variedades incompatibles entre sí (con sólo 0 a 10 % de fecundaciones), siendo compatibles con los dos grupos restantes (20 a 100 % de fecundaciones).

De acuerdo con los resultados obtenidos en los cruzamientos recíprocos entre los grupos, se estableció el siguiente orden de afinidad (el primer factor es el proveedor del polen):

$$(C \times A) > (B \times A) > (C \times B) > (A \times B) > (B \times C) > A \times C$$

La germinación del grano de polen resulta casi nula en las autofecundaciones, en los cruzamientos entre flores de la misma planta, entre plantas de la misma variedad y entre variedades del mismo grupo. En cambio, la germinación de los granos de polen es normal en los cruzamientos recíprocos entre las variedades pertenecientes a grupos distintos.

Hartman (84) trató, sin éxito, de inducir la floración de las batatas del tipo Jersey (tipo seco), injertándolas sobre *Ipomoea pandurafa* e *I. hederacea*, si bien los injertos se desarrollaron perfectamente.

Stino y Hassan (208), de la Universidad de El Cairo, tuvieron éxito al inducir la floración, aún en las variedades del tipo Jersey, mediante el injerto y el envejecimiento de las plantas conservadas durante varios años en las espalderas.

Kehr, Ting y Miller (109) consiguieron una buena inducción en las variedades de tipo Jersey injertadas sobre *I. carnea* e *I. ruber*. Llegaron así a la conclusión de que la batata no es muy sensible al fotoperiodismo y que la floración se presenta asociada a la acumulación de carbohidratos en la parte superior de la planta. Esta condición es inducida por la injertación sobre especies de *Ipomoea* que no tuberizan.

Investigadores japoneses realizaron uno de los trabajos más extensos sobre inducción de floración y fructificación, utilizando como pies de injerto la *Ipomoea bona-nox* L. e *I. pes-caprae* Roth. Determinaron la afinidad de las variedades de batata con estos pies, utilizando la sobreinjertación en los casos de incompati-

bilidad, intercalando un injerto afín entre los dos anteriores. Se determinaron los hábitos de floración de cada variedad y su relación con la época de injertación y el tratamiento con fotoperíodo corto. Con esta tecnología, se obtuvieron flores abiertas en el 88,5% de las variedades y en casi todas las restantes se llegó a la obtención de botones florales.

Varios investigadores fracasaron al inducir floración mediante pulverizaciones con azúcar, hormonas, haciendo cortes en los tallos (*girdling*) y regulando el fotoperíodo. Resultó en cambio positiva la injertación sobre *Ipomoea purpurea*, *Calonyction aculeatum* (*I. alba*) y *Quamoclit sloteri*, no siéndolo el injerto sobre otras variedades de batata.

Lam y Cordner (117), utilizando púas de la variedad Orliis (selección de Yellow Jersey), reacia a la floración consiguieron la inducción mediante el injerto sobre *Ipomoea tricolor* e *I. hederacea*. No fueron eficaces los pies de batatas floríferas ni de *I. repens*, *I. nil*, *Calonyction aculeatum* (*I. alba*), *Quamoclit pennata* y otras ocho especies no determinadas con precisión. Dedujeron así que las hojas del patrón de injerto elaboran en sus hojas una hormona florígena que transmitida al injerto ejerce su acción morfogénica.

Wang y Ching-Kuan (229) consiguieron una mejor inducción con pies de batatas muy floríferas que con *I. hederacea* e *I. biloba*.

F. Folquer (62), ante el fracaso del *overwintering* en Tucumán, como consecuencia de las nictotemperaturas otoñales por debajo de 12 °C que impiden la formación de cápsulas y semillas, seleccionó entre las *Ipomoea* argentinas a *I. fistulosa* Martius ex Choisy, que reunía todas las características ideales como pie de injerto para la batata.

Según O'Donell (170), se trata de un arbusto erecto de hasta 3 m de altura, con pocas ramificaciones; tallos gruesos, fistulosos; láminas ovadas (10-30 × 3-15 cm), acuminadas, enteras; cimas axilares multiflores, con pedúnculos hasta de 14 cm, pedicelos 10-20 mm; botón ovoideo, obtuso, sericeo-pubescente; corola campanulada rosada (7-9 cm), estigma bicapitado; cápsula ovoidea bilocular con 4 valvas coriáceas y semillas pardas con largos pelos lanosos.

Es utilizada como planta ornamental por sus hermosas flores y prolongado período de floración. Es denominada "San Francisco" en Tucumán y "Mandiyrá" en la Provincia de Corrientes y zonas vecinas de donde es originaria.

Es una planta sumamente rústica no viéndose afectada por plagas o enfermedades (salvo los nematodos de la raíz que son bien tolerados por la misma). No produce raíces tuberosas y se adapta a todo tipo de suelos resistiendo las más prolongadas sequías o excesos de humedad. Es una planta tóxica para los animales superiores. Se multiplica tanto por semillas (deben ser decapitadas) como por estacas.

Las características mencionadas y la perfecta afinidad en el injerto con las más diversas variedades de batata, permiten calificar a *Ipomoea fistulosa* como pie de injerto para batatas superior a todos los mencionados en la bibliografía mundial.

El injerto se realiza, una vez puestas las plantas de San Francisco en las espalderas de tela metálica, en la siguiente forma: 1) se prepara la púa de batata cortando extremidades de las guías de unos 12 cm de largo, las cuales se desfolian totalmente dejando sólo las hojitas apicales no desplegadas; 2) con un instrumento bien afilado (hojita de afeitar) se realizan dos cortes en la base, con un desarrollo de unos 2 cm, dándole forma de cuña; 3) se desfolia y decapita el pie de "San Francisco" a unos 40 cm de altura y se hace una rajadura central de unos dos centímetros de profundidad, en la cual se introduce la púa de batata; 4) se envuelve la zona del injerto con una cinta de goma (globos cortados) de unos 8 cm de largo o cinta plástica elástica (pliofilm), de modo que los cortes queden bien protegidos; 5) se cubre todo con una bolsita plástica para mantener un ambiente saturado de humedad, lo que facilita la soldadura de las superficies de contacto del injerto (fig. 13).



Figura 13. Injertación de la batata sobre *Ipomoea fistulosa*: 1) púa de batata con corte en doble bisel y pie con corte central; 2) ensamble del injerto; 3) aislamiento de la zona del injerto mediante cinta de goma; 4) eliminación de hojas abiertas, etiquetado y cobertura con bolsa de polietileno (puede cerrarse con un clip).

Generalmente, a los 10 días se inicia la expansión de las hojitas apicales de la púa, lo que indica que el injerto está prendido y se puede retirar la bolsita plástica. Con un poco de práctica se consigue un prendimiento del 100 % de los injertos.

Los ensayos comparativos llevados a cabo con plantas de las mismas variedades, con o sin injertación, demostraron la notable eficiencia inductora de *Ipomoea fistulosa* ya que la floración es más temprana, mucho más abundante y el porcentaje de cápsulas formadas es elevado. Se consigue una discreta floración y fructificación incluso en variedades que difícilmente llegan a fructificar v.g. Heart-gold y Tucumana Lisa.

En las condiciones climáticas de Tucumán se presentan dos períodos de intensa floración: el primaveral, de octubre a diciembre, y el otoñal, que culmina en el mes de mayo.

La floración primaveral es la más eficaz para la producción de semillas (69) pues no sufre los efectos perjudiciales del frío nocturno que malogra muchas de las flores fecundadas durante el otoño. Para lograr una buena floración primaveral se hace necesario el desarrollo de las plantas, en las espalderas de tela metálica, durante el verano anterior; éstas se podan y protegen contra las posibles heladas invernales, de modo que rebroten en agosto y lleguen a octubre en pleno desarrollo.

Se han realizado numerosos estudios con el objeto de hallar la interpretación fisiológica del proceso de floración en *Ipomoea batatas*. Mencionaremos a continuación los más importantes.

Kehr, Ting y Miller (109), utilizando la var. "Orange Little Stem" (tipo Jersey reacia a floración), llegaron a la conclusión de que la batata es poco sensible al fotoperiodismo, siendo dudosa la elaboración de una sustancia estimulante de la floración. En cambio, ésta se presenta asociada a la acumulación de carbohidratos en la parte aérea de la planta. Esta condición sería provocada por las dificultades de traslocación causadas por el injerto y por la injertación sobre pies no tuberíferos que rechazan la traslocación de los hidratos de carbono elaborados por las hojas.

Lam y Cordner (117), trabajando con la variedad "Orlis" (selección de Yellow Jersey, de escasa floración), realizaron las siguientes deducciones: 1) no existe una relación entre la producción de yemas florales y la acumulación de carbohidratos en los injertos de batata; 2) existe una hormona florígena, elaborada en las hojas del pie de injerto, que se trasloca a la parte superior de la planta, en donde provoca la formación de las flores. Si se eliminan las hojas del patrón de injerto no hay floración.

Todas las plantas florecieron al proporcionarles un fotoperíodo de 8 h, quedando suprimida la floración al elevar la longitud del día a 14 ó 16 horas. En todos los ensayos las temperaturas fueron altas. Sólo los pies de *Ipomoea tricolor* e *I. hederacea*

fueron inductores, es decir que fueron productores del "florígeno", en proporción al número de hojas mantenidas por éstos.

Si se deja fructificar el pie, la floración de la batata queda muy reducida o se suprime, indicando que la hormona florígena es monopolizada por los frutos del patrón de injerto.

Campbell, Hernández y Miller (26) realizaron una amplia investigación utilizando la variedad NemaGold injertada sobre *Ipomoea* ornamental, sobre sí misma y sobre una batata muy florífera (L 130); y la var. Unit I Porto Rico con cortes en el tallo e injertada sobre *Ipomoea* ornamental, sobre sí misma y sobre L130; y como testigo L 130 injertada sobre sí misma.

Cada serie de tratamientos se colocó en cámaras con fotoperíodo de 10, 13 y 16 horas, manteniéndose la temperatura entre 20° y 26,7 °C en un lote, y entre 26,7° y 35 °C en otro. Además se dejaron o no algunas hojas en los pies de injerto.

Los autores llegaron a las siguientes conclusiones: 1) la diferencia varietal en su capacidad de floración se mantiene a través de todos los tratamientos; 2) las dos variedades, NemaGold y Unit I Porto Rico, florecieron abundantemente con fotoperíodo de 10 horas y temperatura entre 20° y 26,7 °C, ya sea con o sin hojas en los pies de *Ipomoea* ornamental o L 130; 3) cuando la temperatura se eleva entre 26,7° y 35 °C no se produce floración con ninguno de los tratamientos; 4) con fotoperíodo de 10 horas, existe correlación positiva de la intensidad de floración con la acumulación de materia seca en las hojas; 5) al alargarse el fotoperíodo desde 10 hasta 16 horas, va disminuyendo el número de flores por planta; 6) el máximo incremento en la floración se produce por el injerto a los cortes en el tallo cuando las plantas se someten a fotoperíodos de 10 horas; 7) se consigue una precocidad mayor en la floración tanto con la injertación como con los cortes en el tallo (*girdling*) cuando el fotoperíodo es de 10 y 13 horas.

En resumen se concluye que la floración en la batata depende de la interacción de la *temperatura, fotoperíodo y acumulación de carbohidratos en las hojas*. Cualquiera de estos factores puede ser limitativo si no se encuentra en un nivel apropiado.

Según F. Folquer (69), en Tucumán la intensa floración primaveral se inicia en octubre. Teniendo en cuenta que se requieren unos 30 días desde la aparición del botón floral hasta la anthesis, y que la acción inductora del fotoperíodo debe durar unos 7 días hasta provocar la aparición de los primordios florales, se deduce que dicha inducción se inicia alrededor del 20 de setiembre, con un fotoperíodo de 12 horas 20 minutos (se descuentan 15 minutos del fotoperíodo natural debido al efecto de sombra de las montañas del oeste, sistema del Aconquija).

El comportamiento de algunas variedades como L-1-80 que florece continuamente durante largos períodos y Tucumana Man-

tecosa que lo hace con notable irregularidad, permite deducir la presencia de genes que confieren un alto grado de indiferencia al fotoperiodismo.

La falta de discriminación varietal, llevó a Doorenbos y Wellensiek (44) a colocar a la batata entre las plantas indiferentes al fotoperiodismo, llegando a la conclusión de que la influencia del pie de injerto es más específica (elaboración de un florígeno) que la simple acumulación de carbohidratos en la parte superior de la planta, ya que: 1) no todos los pies de *Ipomoea* no tuberíferos inducen la floración en los injertos de batata; 2) en las combinaciones eficaces la respuesta es muy rápida, porque las flores pueden aparecer en el primer nudo diferenciado después del injerto; 3) la floración sólo es inducida cuando el pie conserva algunas hojas (esto fue posteriormente desvirtuado por Folquer (62) y Campbell y col. (28); 4) las batatas utilizadas como patrón para *I. purpurea* son inducidas a florecer. Según F. Folquer (62), *I. fistulosa* produciría el florígeno a través de varios años, sin necesidad de conservar las hojas, debido a sus tejidos subepidérmicos intensamente clorofílicos. Esto mismo podría ocurrir con otros pies.

Seguidamente se presenta un cuadro sinóptico en donde se enumeran los factores naturales y artificiales que "inducen la floración", ordenados en cuatro grupos:

A) De la planta:

- 1) Hereditarios (características varietales).
- 2) Envejecimiento (*overwintering*).

B) Del clima:

- 1) Luminosidad (desarrollo en espalderas y raleo del follaje para evitar las hojas sombreadas parásitas).
- 2) Fotoperiodismo (en los cultivares sensibles a este factor).
- 3) Temperatura (óptima alrededor de 24 °C).

C) Del suelo:

- 1) Bajo contenido de nitrógeno y materia orgánica.
- 2) Alto contenido de potasio y fósforo.
- 3) Baja humedad.
- 4) Hidroponía que impide la tuberización.

D) Varios:

- 1) Extracción de una cuña de 2/3 del diámetro del tallo, en la base del mismo (*girdling*).
- 2) Extracción de anillos de la corteza (*ringing*).
- 3) Estrangulamiento del tallo mediante atadura con alambre o piolín.

- 4) Despunte de brotes.
- 5) Injerto sobre batatas muy floríferas.
- 6) Injerto sobre *Ipomoea* no tuberíferas inductoras (especialmente *I. fistulosa*).
- 7) Pulverización con 2,4-D (100 a 500 ppm) o ácido giberélico (1000 ppm).

En general, todo factor que tiende a acumular sustancias de reserva en la parte aérea de la planta, induce la floración.

Con respecto a la fructificación, diversos investigadores estudiaron el proceso de la producción de cápsulas y semillas, a las cuales nos referiremos seguidamente.

Togari y Kawahara (220), como ya hemos dicho, fueron los primeros en clasificar las variedades de batatas en base a las incompatibilidades para la fecundación.

Hernández y Miller (85) clasificaron las variedades en seis grupos, de los cuales cinco comprenden los cultivares y *seedlings* autoincompatibles o incompatibles entre sí, y un grupo que abarca los autofértiles. Una producción de cápsulas del 20 al 50 % de los cruzamientos compatibles se considera buena para las condiciones de Louisiana (Baton Rouge). Se obtuvo un promedio de 1,2 semillas por cápsula.

Martin y Cabanillas (126), de la Estación Experimental Federal de Mayaguez (Puerto Rico), hacen distinción entre el concepto de "esterilidad", por causas desconocidas, y la "incompatibilidad" en auto y alogamia, debido a factores que inhiben la germinación del grano de polen. Consideran que la capacidad de producir cápsulas y semillas en los diversos cultivares, se presenta como una curva continua, de modo que la división en grupos de incompatibilidad resulta arbitraria.

A causa de la dificultad en separar la esterilidad de la incompatibilidad, se deben evitar los índices de clasificación que sean fuertemente influenciados por la esterilidad, v.g. número de tubos polínicos por estilo, número de semillas por cápsula, porcentaje de cápsulas sobre flores polinizadas, etcétera.

Los mencionados autores proponen una clasificación basada en los coeficientes de correlación entre el número de granos de polen adheridos al estigma y los tubos polínicos en la parte superior, media e inferior del estilo.

Llegan a la conclusión de que existe una serie de barreras de esterilidad que actúan en diferentes momentos y lugares, las cuales son más importantes que la autoincompatibilidad como responsables de la baja productividad de semillas en *Ipomoea batatas*, si bien esta última refuerza a la primera.

La inhibición de la germinación del polen es la base fisiológica de la autoincompatibilidad. A esto se debe agregar la presencia de

hongos parásitos, como *Fusarium moniliforme*, *Alternaria tenuis*, *Colletotrichum dematium* y otros, en las células madres del polen que contaminan hasta un 26 % de las semillas, disminuyendo la producción de polen normal (100, 125).

F. Folquer (69), estudió la eficiencia varietal en la producción de semillas durante el período primavera-estival, considerado el más favorable para Tucumán. Se estableció un "período útil de floración" con una duración de dos meses (fines de octubre hasta fines de diciembre), en el que se produce una intensa floración; y un "período útil para cosecha de semillas", también de dos meses (fines de noviembre a fines de enero).

Se denomina "período crítico para la fecundación de flores" al constituido por los cuatro días anteriores y ocho posteriores a la antesis (total de 12 días), calculados en base a fenómenos fisiológicos observados anteriormente. Las condiciones que resultaron óptimas para la formación de cápsulas y semillas fueron: fotoperíodo de 14 horas, temperatura media de 22 °C y humedad relativa media del 70 %. En estas condiciones, el 50 % de las flores produjeron cápsulas y semillas.

El promedio de semillas por cápsulas osciló de 1,21 a 1,71 según la variedad. El número de semillas por cápsula es de una hasta cuatro, este último en muy pequeña proporción. Desde la fecundación hasta la maduración de las semillas se requiere un promedio de 33 a 38 días (oscila entre 25 y 48 días).

Dado el comportamiento de las diversas variedades de batata, se puede deducir que existen grupos sensibles al fotoperiodismo y otros que son indiferentes, si bien puede afirmarse que el termoperiodismo es el factor dominante en la producción de flores y frutos. La investigación se realizó con las var. Centennial, Brasileira Blanca, Tucumana Mantecosa y Tucumana Morada, injertadas sobre *Ipomoea fistulosa*, dejando libre la polinización por insectos.

En el cuadro sinóptico siguiente se resumen los factores naturales y artificiales que influyen en la producción de cápsulas y semillas.

A) De la planta:

- 1) Floración en momento favorable para la fecundación (primavera).
- 2) Afinidad intervarietal para la fecundación (en variedades alógamas).
- 3) Autofertilidad (en variedades autógamas).

B) Del clima:

- 1) Gran luminosidad.
- 2) Temperatura nocturna superior a 12 °C.
- 3) Temperatura diurna óptima entre 18° y 24 °C.

C) Del suelo:

- 1) Buena provisión de fósforo y potasio.

D) Varios:

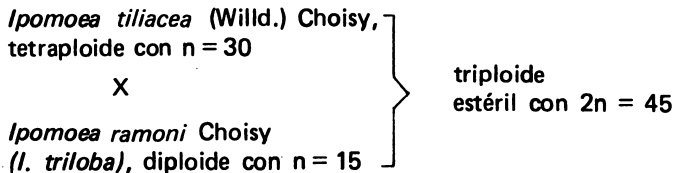
- 1) Insectos polinizadores.
- 2) Polinización artificial en el período óptimo del día (dentro de las 3 horas posteriores a la antesis).
- 3) Raleo de las flores en las inflorescencias.
- 4) Injertación y sobreinjertación (compensan en parte las deficiencias climáticas).
- 5) Ataque parcial de fusariosis en el tronco de las plantas.
- 6) Colocación de ramas floríferas en agua; dentro del invernáculo con temperatura óptima.
- 7) Control de insectos que atacan a las flores y cápsulas v.g. el bruchido, *Megacerus atripes* (Pic.), (informe personal del Ing. A. Terán).

En general, todo factor que induce la floración contribuye indirectamente a la fructificación, si bien una floración abundante no implica una buena formación de cápsulas y semillas.

10. Genética

Kehr, Ting y Miller (109) propusieron una teoría acerca del origen genético de *Ipomoea batatas*. Esta habría resultado del cruzamiento espontáneo de una especie diploide ($2n = 30$ cromosomas) con otra tetraploide ($2n = 60$), que produjo un híbrido estéril triploide ($2n = 45$), el cual, por duplicación de los cromosomas, originó el hexaploide ($2n = 90$), relativamente fértil, que es nuestra actual batata con 90 cromosomas en sus células somáticas (anfidiplóide o aloploplóide).

Dicho proceso podría haberse producido según el siguiente esquema:



Por duplicación de los cromosomas del triploide se obtuvo *Ipomoea batatas* (L.) Lam., hexaploide con $2n = 90$ cromosomas.

Recientemente, Nishiyama y col. (166), cruzaron la especie tetraploide *I. littoralis* con la diploide *I. leucantha*, obteniendo un

triploide que, por duplicación dio un hexaploide fértil y vigoroso que se hibrida fácilmente con *I. batatas*. Esto confirma la teoría de Kehr y col.

Los genomios básicos del género *Ipomoea* están constituidos por 15 cromosomas.

El origen híbrido de *I. batatas* se confirma por la frecuente esterilidad en autogamia y alogamia, y las irregularidades en la meiosis que causan esterilidad masculina o femenina (218).

No obstante, la herencia es en gran parte de tipo monofactorial con genes de distribución independiente.

Harmon (81) investigó la incompatibilidad en autogamia y alogamia de una serie de variedades de batata. Se transcriben a continuación las cifras correspondientes a los casos extremos más llamativos:

		<i>Cápsulas producidas</i>
Autogamia:	cv. Porto Rico	0,00 %
	cv. Easter	40,80 %
Alogamia:	cv. Bunch Porto Rico X Nancy Hall	0,00 %
	cv. Nancy Hall X Bunch Porto Rico	31,81 %

(el primer factor es el padre)

Se pone en evidencia la presencia de genes que causan esterilidad e incompatibilidad, a que se ha hecho referencia en *Fisiología de la Reproducción*.

Poole (179) fue uno de los primeros genetistas que determinó las relaciones entre caracteres cualitativos y cuantitativos alelomórficos, cuyos resultados se pueden sintetizar en la siguiente forma:

<i>Caracteres cualitativos</i>	<i>Relación</i>
1) Con raíz tuberosa o no	13/16 a 3/16
2) Raíz con venas o lisa	13/16 a 3/16
3) Tallo rojo o verde	3/4 a 1/4
4) Hoja borde entero o lobulado	13/16 a 3/16
5) Con floración o no	3/4 a 1/4

Genes alelomorfos con mutua interacción

6) Raíz piel pigmentada o crema	9/16 a 7/16
7) Raíz pulpa naranja o crema	13/16 a 3/16

Caracteres cuantitativos

- 1) Rendimiento en batatas, los genes de alto rendimiento son recesivos.

- 2) Longitud del tallo: los genes de tallo corto son dominantes o presentan interacción geométrica para longitud.
- 3) Fecha de floración: con interacción geométrica entre varios pares de alelos hacia floración temprana.
- 4) Disposición de las anteras respecto al estigma: existe cierta dominación de las anteras encima del estigma, con una relación 3/5 a 2/5.

La relación genotípica 13/16 a 3/16 indica genes dominantes y otros recesivos no alelomórficos.

Jones (103) y Jones y col. (104) estudiaron la herencia de 10 caracteres cuantitativos del tallo y otros 10 de la raíz respectivamente.

Los diez caracteres del tallo fueron: color púrpura de las nervaduras, número de botones por inflorescencia, color púrpura de las yemas florales, color púrpura de los tallos, grosor del tallo, longitud del tallo, longitud de los entrenudos, longitud del limbo, pubescencia de la planta y tipos de hoja.

Los diez caracteres de la raíz fueron: peso total de las raíces, número de batatas, formación de venas, agrietado, oscurecimiento de los cortes, forma, color de la pulpa, espesor de la corteza, color de la piel, capa púrpura en la corteza.

Para realizar estas investigaciones se debe seleccionar una población de padres con buena producción de flores y semillas, que permitan la formación de una población F_1 por cruzamientos al azar (Jones, 102) y establecer las relaciones genéticas entre la población padre y la población hija.

La intensidad de cada caracter se fijó de acuerdo a una escala numérica (generalmente de 1 a 5). Se estableció así la variancia fenotípica (p^2), la heredabilidad (h^2) y la predicción y verificación de los cambios. Dicha predicción, en relación con la selección masal, fue del 10%. Los controles experimentales dieron diferencias entre las medias de los padres y las de los hijos que van del 4 al 9%, según el factor analizado (diferencias estadísticamente significativas).

La variancia genotípica se debió principalmente a componentes "no aditivos" que no responden a la selección masal. Las correlaciones entre algunos caracteres resultan significativas.

Hanna (80), de la Universidad de California, determinó la producción de vigor híbrido (heterosis) cruzando variedades norteamericanas de pulpa naranja con otras de Formosa (Taiwán) de pulpa blanca. Los híbridos eran superiores a los padres en rendimiento, resistencia a traumatismos, golpes de sol y enfermedades.

11. Mejoramiento

La selección de mutaciones somáticas fue el método utilizado primeramente para el mejoramiento de las variedades de batata.

Uno de los trabajos más exitosos fue el realizado por el Dr. Julián C. Miller (139) de la Universidad de Louisiana, al seleccionar entre 16.000 clones de la variedad Porto Rico (de pulpa anaranjada), la famosa "Unit I Porto Rico" que dominó el mercado de E.U.A. durante más de 15 años.

Las mutaciones periclinales (de la corteza) y sectoriales (del cilindro central) de las batatas son frecuentes, y se caracterizan por el cambio de color en esas zonas. También son numerosas las mutaciones de yema que provocan modificaciones permanentes transmisibles por multiplicación vegetativa. Pueden mencionarse como ejemplo los clones C y D de la variedad Brasileira Blanca, que se caracterizan por hojas lobuladas y tallos verdes, en lugar de hojas enteras y tallos purpúreos de la variedad original.

De esta forma se originaron nuevas variedades al incorporarse mutaciones progresivas que representaron ventajas sobre la primitiva, v.g. Texas 51, forma arbustiva de la Porto Rico, Rose Centennial con piel de color más intenso y con mayor rendimiento que el clon original de Centennial.

Miller y col. (145) trataron de inducir mutaciones artificiales mediante el tratamiento con rayos gamma (dosis entre 10 y 50 kilorroentgens). Se originaron mutaciones de color en las batatas de la siguiente generación: con dosis altas se produce una notable disminución en la producción de plantines por parte de la batata-semilla. No se ha obtenido ninguna mutación de valor económico, en base a estos tratamientos.

Poole y Tanaka (180) determinaron diferencias significativas en el rendimiento de los subclones irradiados con rayos gamma, a través de tres generaciones sucesivas.

El método más moderno que comenzó a utilizarse (10, 239) es el de cultivo de tejidos con inducción de poliploidía y mutaciones somáticas o genéticas.

La frecuencia de las mutaciones somáticas en la batata, llevó a organizar, en otros países, centros permanentes para la multiplicación y mantenimiento de *stocks* selectos para asegurar la conservación de la pureza varietal o el aprovechamiento de las mutaciones progresivas.

Con dicha finalidad se creó el "Chase Sweet Potato Research Center", en la Universidad de Louisiana, el cual se mantiene libre de enfermedades mediante un riguroso "cordón sanitario" permanente. Anualmente, se distribuye entre los multiplicadores el material selecto certificado, producido en los invernáculos y *screenhouses* de dicho centro.

Actualmente, la inmensa mayoría de los trabajos de mejoramiento se basan en la producción de semillas por auto o alogamia.

El mejoramiento por vía sexual tuvo su precursor en Mendiola (135), quien efectuó sus investigaciones en Filipinas.

Pero el gran impulso a este método fue dado por los trabajos del Dr. Julián C. Miller (140 y 141), de la Universidad de Louisiana, quien creó las técnicas para la inducción de floración y fructificación, problema básico que había impedido hasta entonces el desarrollo de programas efectivos de mejoramiento en *Ipomoea batatas*.

En el párrafo sobre Fisiología de la Reproducción ya se han descrito dichas técnicas. Aquí nos referiremos a los métodos de trabajo tendientes a la producción de nuevas variedades (cultivares), desarrolladas en la Universidad de Louisiana, que son:

A) Técnicas para autofecundación (autogamia)

En la tarde anterior a la antesis se coloca un clip en el extremo del botón floral, para evitar que se abra la flor y se produzcan contaminaciones con polen extraño. Al día siguiente se abre la corola y por medio de unas pinzas se arrancan las anteras ya en dehiscencia y se frota con ellas el estigma hasta que el polen quede adherido al mismo. Seguidamente se vuelve a clausurar la corola reponiendo el clip o, si ésta se ha deteriorado, se aísla el pistilo por medio de una paja de refrescos de unos 4 ó 5 cm, cortada en pico de flauta y plegada en el otro extremo (fig. 14). Al día siguiente se puede eliminar la protección, quedando la etiqueta con los datos deseados.

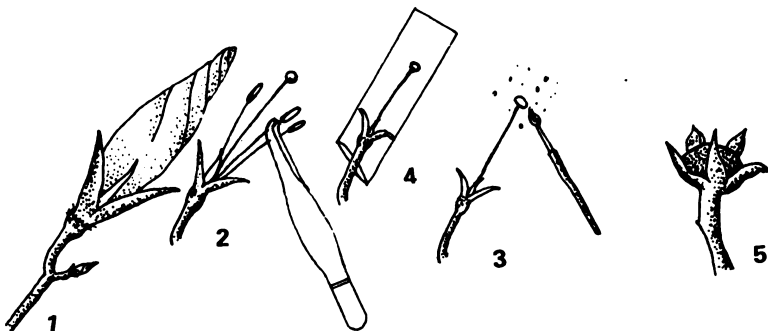


Figura 14. Proceso del cruzamiento de precisión: 1) botón la tarde anterior a la antesis; 2) emasculación después de eliminada la corola; 3) polinización del estigma mediante un pincel; 4) cobertura del pistilo mediante un trozo de paja de refresco cortada en bisel y cerrada en el otro extremo (plegada); 5) cápsula formada a consecuencia de la fecundación.

B) Técnicas para cruzamiento (alogamia)

- 1) *Procedimiento de gran precisión (para estudios genéticos):* la tarde antes de la antesis se elimina la corola del botón floral, se emascula y se cubre el pistilo con una paja para refrescos, como en el caso anterior. Simultáneamente se clausuran con un clip los botones que proveerán el polen. Al día siguiente se arrancan las anteras de las flores clausuradas con ayuda de unas pinzas, y se frota sobre los estigmas de las flores emasculadas la tarde anterior, previa extracción momentánea de la paja de refrescos que los protegen. En lugar de frotar con las anteras, se puede extraer el polen con un pincel de pelo de camello y se transfiere al estigma correspondiente. Con una lupa se verifica la posible contaminación previa del estigma con polen extraño. Cada vez que se cambia de padre, se sumerge el pincel o las pinzas en alcohol. Las flores madres se etiquetan anotando los datos deseados.
- 2) *Procedimiento de gran rendimiento.* En la madrugada, antes de la pululación de los insectos, se emasculan todas las flores de las espalderas, reservándose las anteras de las plantas que se quieran utilizar como padres. Seguidamente se poliniza, frotando el estigma con las anteras o transfiriendo el polen con el pincel, luego se clausura la corola por medio de un clip y se etiqueta indicando la fecha y la variedad utilizada como padre (fig. 15).

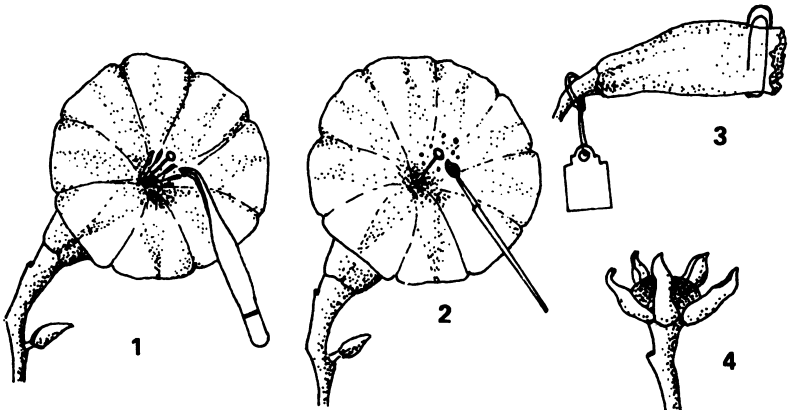


Figura 15. Proceso del cruzamiento de gran rendimiento: 1) emasculación de la flor abierta; 2) polinización con pincel; 3) cobertura del pistilo con la misma corola cerrada por un clip; 4) cápsula formada como consecuencia de la fecundación.

C) Polinización libre

Para este método es necesario asegurarse acerca de la abundancia de insectos polinizadores, colocando, si fuera necesario, colmenas en la proximidad de las espalderas. Este método fue recomendado por Jones (101) para el policruzamiento (*policross*) con el objeto de asegurar la máxima expresión de la "epistasis", favoreciendo la selección recurrente en vez de la selección por pedigrí. Para esto se deben colocar en las espalderas un grupo de variedades de batata con la máxima diferenciación genética y abundante floración.

En general, las corolas se desprenden al día siguiente de la polinización.

Los pistilos que se mantienen en la planta por más de ocho días, indican que fueron fecundados. No obstante, se puede producir la abscisión posterior debido a condiciones climáticas adversas, falta de humedad en el suelo, plagas y enfermedades, etcétera.

Las cápsulas están maduras cuando el pedicelo que las soporta se seca; éste es el momento en que deben cosecharse para evitar la dehiscencia y caída de las semillas.

Las semillas escarificadas con ácido sulfúrico (206) o desgaste en el cilindro rotativo con lija o "decapitadas" con tijeras o cortauñas (eliminando una pequeña porción del tegumento, que es el procedimiento utilizado en Tucumán), se siembran en cajones o mesones de invernáculo. A los dos meses, pasado el peligro de heladas, las plantitas (*seedlings*) se llevan al campo para su completo desarrollo. En este momento se hace una primera selección cortando la raíz pivotante para observar el color de la corteza y de la pulpa, la abundancia de látex y actividad enzimática (oscurecimiento del corte).

El proceso para la creación de una nueva variedad (cultivar) a partir de la semilla suele requerir entre 8 y 10 años (148) dada la gran cantidad de características que debe reunir y las repetidas pruebas a que debe someterse antes de ser distribuida entre los agricultores.

Puede acelerarse dicho proceso mediante el uso de "fitomodelos" (232) a que nos hemos referido en el párrafo "Crecimiento de la planta".

Los objetivos del mejoramiento son diferentes según que los cultivares (variedades o clones) cuya creación se persigue, deben satisfacer requerimientos de los mercados o de la industria, o simultáneamente de los dos objetivos.

Como ejemplo de los aspectos fijados en un plan de mejoramiento, pueden citarse los programados en la Universidad de Tucumán, que son: altos rendimientos, buena forma de las batatas,

color uniforme de la piel y pulpa, ausencia de fibras, alto contenido en materia seca y azúcares, buena conservación, resistencia al agrietamiento, resistencia a plagas y enfermedades, y precocidad.

Como consecuencia de dicho programa, se han creado las tres únicas variedades de origen argentino: Tucumana Mantecosa (1967), Tucumana Lisa (1969) y Tucumana Morada (1977).

Un aspecto importante en la selección de nuevas variedades es la determinación de los "caracteres organolépticos" de las batatas hervidas u horneadas, para lo cual se organizan paneles de probadores, seleccionando personas con buena sensibilidad, comprobada mediante pruebas específicas, v.g.: soluciones azucaradas, soluciones acidificadas, apreciación de tonalidades de color, consistencia, grano, fibra, gusto, etcétera. Para cada carácter se establece un puntaje en escala de cero a seis (144). Luego se promedian todos los puntajes para obtener la calificación general.

Si bien en Argentina todavía no se exige una tipificación estricta de las batatas para mercado, lo que proporciona una gran tolerancia en la selección varietal, por tamaño, forma y superficie, no cabe duda de que en el futuro se fijarán normas parecidas a las ya vigentes en E.U.A., que se transcriben seguidamente.

En dicho país, las batatas se clasifican mecánicamente, previo lavado, desinfección, coloreado y encerado, de acuerdo con los siguientes grados o tipos estándar (medidas en pulgadas):

- 1) *US extra N^o 1* (Fancy): longitud no menor de 3 ni mayor de 9; diámetro no menor de 1 3/4 ni mayor de 3 1/4; peso máximo (en onzas) 18.
- 2) *US N^o 1*: longitud como el anterior; diámetro no menor de 1 3/4 ni mayor de 3 1/2; peso máximo 20.
- 3) *US N^o 2*: longitud no especificada; diámetro no menor de 1 1/2; peso máximo 36.

Las batatas más grandes, denominadas *jumbos* y las más chicas, designadas como *culls*, constituyen el descarte.

Dada la diferencia de cotización de cada tipo de batata, el predominio de uno u otro en la producción, es de gran importancia en los trabajos de selección varietal.

Los centros de investigación que desarrollan programas de mejoramiento en *Ipomoea batatas* son muchos; como ejemplo citaremos los siguientes:

- Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Tucumán, Argentina.
- Louisiana State University, Horticulture Department, Baton Rouge, La., E.U.A.

- University of Georgia, Horticulture Department, Tifton, Ga., E.U.A.
- United States Department of Agriculture, Beltsville, Maryland, E.U.A.
- University of California, Department of Horticulture, Davis, Ca., E.U.A.
- United States Vegetable Breeding Laboratory, Charleston, South Carolina, E.U.A.
- Kyoto University, Kyoto, Japón.
- Universidad Agraria de La Molina, Lima, Perú.
- Asian Vegetable Research Center, Shanhua, Tainan, Taiwán.
- University of West Indies, Saint Augustine, Trinidad.
- International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.

12. Sistemática varietal

R. H. Price (186), de la Estación Experimental Agrícola de Texas, fue el primero en proponer una clasificación de las variedades de batata, basándola simplemente en la forma de la hoja ("sistema foliar"). Las agrupó en cuatro formas básicas: redondeada, con hombros laterales, lobulada y partida.

Groth (78) estableció 11 grupos principales en base a los siguientes caracteres indicados por una letra: A) forma de la hoja; B) tamaño de la hoja; C) longitud del tallo; D) color del tallo; E) grosor del tallo; F) presencia de estrella en la hoja; G) color de las venas del envés de la hoja; H) pubescencia en el haz de la hoja; I) color externo de las batatas; J) color de la pulpa de las batatas; K) visibilidad de los haces fibrovasculares en la pulpa.

Las variantes de estos caracteres básicos se indican por un número, v.g.: C1 indica tallo largo, y C2 tallo corto. Con estas siglas elaboró las fórmulas varietales, así para *Red Bermuda* o *Red Nansemond* (que corresponde a nuestra tradicional variedad "Criolla Amarilla" o "Colorada") la fórmula es:

A5 B1-2 C1 D4 E1-2 F1 G1 H2 I4 J2 K2-3

Groth preparó también un registro de fórmulas ordenadas de acuerdo con las variantes del primer carácter básico (forma de la hoja). De esta manera, la elaboración de la fórmula varietal de cualquier ejemplar de batatas, permite encontrar el nombre de la variedad a que corresponde, o incrementar la nómina del registro si se trata de una nueva.

Desgraciadamente, algunos de los caracteres básicos que se utilizan en la clasificación varían mucho según el ambiente en que se desarrolló la planta, lo que hace que esta clave sea insegura. Esto obligaría a cultivar cada material en un mismo lugar, ajustando las fórmulas de acuerdo al mismo.

Roig y Fortun (190) clasificaron las variedades cubanas de batata ("boniato") en cuatro grandes grupos caracterizados por el color exterior de las raíces tuberosas: blanco, amarillo, morado y rojo. Para cada grupo se preparó un cuadro sinóptico en que, a través de las características del color del tallo, forma de la hoja, color de las nervaduras de la hoja, y color de la pulpa, se establecen una serie de variedades tipo (10 a 13 según el grupo).

Las conocidas mutaciones en el color de la piel y la influencia del ambiente sobre el color de la misma, así como también sobre la manifestación de los caracteres secundarios, dificulta el uso de las claves.

Tratando de soslayar las dificultades anotadas para los sistemas de clasificación anteriores, Thompson y Beattie (217) propusieron una clave basada en unos pocos caracteres del tallo y de las hojas, estableciendo ocho grupos representados por ocho variedades tipo: Ticotea, Belmont, Spanish, Florida, Shangai, Southern Queen, Pumpkin y Jersey. Dichas variedades proporcionan una segura orientación para la diferenciación de los grupos.

En la actualidad, al describir un cultivar, se toma en cuenta como fundamental el carácter de pulpa, húmeda o seca (*moist* o *dry type*). Se debe aclarar que estos términos no se refieren al contenido en agua sino al ablandamiento o no de las batatas cuando se cocinan, como consecuencia del desdoblamiento de los almidones en maltosa.

Teniendo en cuenta dicho carácter y los del color de la batata, que predomina en la valoración comercial, se propone la siguiente agrupación de las variedades con mayor difusión mundial.

A) *Tipo seco*: agrupa a las batatas que mantienen su estructura después de hervidas u horneadas (no producen maltosa).

- I) Pulpa blanca o cremosa, v.g.: Brasileira Blanca y Criolla Blanca o Manteca (Argentina); Pelican Processor y White Star (E.U.A.); Vasourinha y Paulista (Brasil); Maní Blanco y Martinica Blanco (Cuba); Tamayutaka y Konasengan (Japón); Chunmi y Shin-Mi (Corea del Sur); Cuñataí Porá (Paraguay); Wenzholz II (Australia).
- II) Pulpa amarilla, v.g.: Criolla Amarilla o Colorada y Tucumana Morada (Argentina); Yema de Huevo y Candela (Cuba); Amarela (Brasil); Red Bermuda y Yellow Jersey (E.U.A.).
- III) Pulpa Morada, v.g.: Batata Remolacha (Uruguay).

B) *Tipo húmedo*: se ablandan mucho al cocinarlas debido a la formación de maltosa.

- I) Pulpa anaranjada o asalmonada (con alto contenido en carotenoides= provitamina A), v.g.: Porto Rico, Centennial, Jewel, Georgia Jet, Goldrush, Nemagold, Julian, Redmar (E.U.A); Tucumana Lisa y Tucumana Mantecosa (Argentina); Tacarigua y Yaracuy (Venezuela); Catemaco y Cuitzeo (Méjico); Trujillano y Paramongino (Perú); Yetí Pitá (Paraguay).
- II) Pulpa amarilla, v.g.: Nancy Hall (E.U.A.).

Dentro de cada grupo se distinguen las variedades “precoces”, que pueden producir batatas comerciales en sólo 3,5 meses (Centennial, Tuc. Lisa, Criolla Amarilla), o “tardías”, que requieren más de 4,5 meses (Brasilera Blanca, Pelican Processor). Entre éstas se encuentran las variedades intermedias.

Debe recordarse que las plantaciones tardías tienden a tuberizar más rápido que las tempranas, como consecuencia de las temperaturas nocturnas que se aproximan a la óptima para la traslocación de los nutrimentos hacia las raíces (unos 15 °C).

Describiremos a continuación algunas de las variedades de batata de mayor interés.

Criolla Amarilla o Colorada

Es de tipo seco, con pulpa amarilla y piel colorada, existiendo mutaciones con pulpa y piel cremosa. Las batatas son de forma redondeada a irregular y presentan con frecuencia venas superficiales. Posee guías muy largas, que pueden pasar de los 5 ó 6 metros, de superficie totalmente púrpura. Presenta dimorfismo foliar, con láminas de borde entero o trilobulado. El vistoso contraste entre el color púrpura del tallo y el verde pálido de las hojas, motivó su uso tradicional como planta ornamental en macetas colgadas.

Es una variedad muy precoz, con un rendimiento normal de unos 10.000 kg/ha. Actualmente, la gran difusión del virus de la “Batata Crespa” (*Sweet potato vein mosaic virus* = SPMV) que afecta a esta variedad, provocó una gran disminución de los rendimientos.

Criolla Amarilla

Es la variedad más cultivada en la Argentina, que domina la producción y el consumo en la región central y litoral del país, especialmente en las provincias de Santiago del Estero, Córdoba, Buenos Aires y sur de Santa Fe.

Es el cultivar más antiguo, con referencias claras desde hace más de dos siglos. Sus características coinciden con la antigua variedad centroamericana denominada "Red Bermuda" (217).

La importante industria del dulce o crema de batata utiliza casi exclusivamente esta variedad.

Brasilera Blanca

Es de tipo seco, con pulpa blanca y piel cremosa, presentando muy destacado el anillo del cámbium (debajo de la corteza) de color crema, detalle utilizado para distinguirla de la Criolla Blanca. Las batatas son alargadas y de forma irregular.

Presenta guías largas, gruesas, pubescentes de color purpuráceo irregular (existen mutaciones de color verde puro). Las hojas tienen la lámina de borde entero, con un ganchito típico en el ápice; después del segundo mes de desarrollo, las hojas jóvenes presentan un color púrpura, fenómeno que desaparece cuando madura la planta (luego de los 5 meses).

Es una variedad muy tardía (exigente en calor), con rendimientos normales de unos 15.000 kilos por hectárea.

Brasilera Blanca es la segunda en importancia en la Argentina, dominando en la región norte del país, especialmente en las provincias de Tucumán, Formosa, Chaco, Corrientes y norte de Santa Fe.

Fue introducida en el país hace unos 40 años, probablemente desde el Perú.

Criolla Blanca o Manteca

Es de tipo seco, con pulpa blanca y piel blanco-suberosa. Las batatas poseen forma alargada a redondeada o irregular.

Tiene guías largas, de color purpuráceo irregular, poco pubescentes. Las hojas tienen lámina de borde entero, con ápice puntiagudo, siendo característico el color púrpura de todas las nervaduras de la cara inferior.

Es una variedad precoz, con rendimientos normales superiores a los 20.000 kg/ha.

Se trata de una variedad antigua que competía con la Criolla Amarilla, debido a su alto rendimiento. Fue desplazada por la Brasilera Blanca que es más dulce y no oscurece el caldo del puchero (utilización tradicional de las batatas).

Brasilera Colorada o Forrajera

Es de tipo seco (a pesar del alto contenido de agua), con pulpa blanco-cremosa y piel colorada. Las batatas son redondeadas o irregulares, con abundantes venas superficiales.

Tiene guías muy largas y vigorosas, verdes, muy pubescentes. Las hojas pubescentes, poseen lámina con borde entero o con algunos dientes, llamando la atención por su posición erecta. Las hojas jóvenes son algo purpúreas.

Es una variedad precoz, con rendimientos que suelen llegar a los 30.000 kg/ha.

Por su sabor completamente insípido, sólo es aceptada en los mercados como primicia, hasta que llegan las demás variedades.

Se la suele cultivar como forrajera para alimentación de cerdos, los cuales extraen directamente las batatas del suelo.

Tucumana Lisa

Es de tipo húmedo, con pulpa anaranjada (alto contenido en provitamina A) y piel rosa-purpúrea. Las batatas son fusiformes de gran regularidad y superficie muy lisa (a la que alude su nombre).

Poseen guías cortas que no suelen pasar de 1 m; son muy gruesas (con buena resistencia a las heladas); de color verde y con abundante pubescencia. Las hojas tienen lámina redondeada con ápice agudo corto y borde liso o con algunos dientes.

Es una variedad precoz, con rendimientos que suelen pasar de los 25.000 kg/ha, y es muy dulce.

La Tucumana Lisa es una creación de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, de la Universidad Nacional de Tucumán (66). Su resistencia a sequía, exceso de humedad, frío, al vicio y al agrietado, proporcionan una seguridad en la producción muy superior a las demás variedades cultivadas en Argentina.

Tucumana Morada

Es de tipo seco, con pulpa amarilla y piel morada. Las batatas son fusiformes de gran regularidad y superficie muy lisa.

Tiene guías cortas (1 a 2 m) con tallo de color púrpura-plomizo uniforme, glabro (sin pelos). Las hojas poseen láminas partidas con 5 sectas.

Es una variedad tardía, con rendimiento algo superior a la Brasileira Blanca y, como ésta, llega a su plena producción luego de los 5 meses.

La Tucumana Morada fue creada por la Facultad de Agronomía y Zootecnia (U.N.T.) en el año 1977. Los tejidos epidérmicos impregnados en antocianina (que les confiere el color morado), le proporcionan una notable resistencia a los hongos y a los insectos del suelo, ofreciendo una excelente conservación en las pilas o silos de almacenamiento invernal (Provincia de Buenos

Aires). Es la única variedad que demostró cierta resistencia al taladro de la batata, y es casi inmune al agrietamiento de las raíces tuberosas.

Centennial

Es de tipo húmedo (semiseco), con pulpa de color naranja oscuro (muy alto contenido en caroteno) y piel rojo-anaranjada. Las batatas son fusiformes de gran regularidad y superficie muy lisa.

Posee guías cortas (1 a 2 m), con tallo de color purpúreo-bronceado, glabro. Las hojas tienen lámina redondeada con borde dentado, siendo característico su aspecto de flacidez. Es de notable precocidad en la floración.

Es una de las variedades más precoces en la tuberización, y su rendimiento es normal, unos 20.000 kg/hectárea.

Centennial fue creada por la Universidad de Louisiana en el año 1960 (147), constituyendo, en el año 1970, el 70 % de la producción de batatas en E.U.A. (seguida por Nemagold, Goldrush y Georgia Red).

Jewel

Es de tipo húmedo, con pulpa de color naranja oscuro (algo menos que Centennial) muy uniforme y de piel anaranjado-cobrizo. Las batatas son de fusiformes a elípticas (con las puntas redondeadas, características de la variedad), y de superficie muy lisa; tiene guías cortas, con tallo de color purpúreo. Hojas con lámina redondeada y borde dentado.

Conserva la gran precocidad de su ascendiente Centennial, pero su rendimiento es superior a ésta.

Georgia Jet

Creación de la Universidad de Georgia, E.U.A. (82). Esta batata es de tipo húmedo con pulpa anaranjada. Las batatas son fusiformes a redondeadas y superficie muy lisa.

Tiene guías de longitud mediana, con tallo de color verde a púrpura. Presenta dimorfismo foliar, con láminas de borde entero o trilobulado; las hojas jóvenes pueden adquirir un color purpúreo.

Su característica más notable es la precocidad en la tuberización, pudiendo cosecharse a los 90 días de la plantación. Los rendimientos son superiores a los de Centennial y Jewel.

13. Composición química

Existen grandes diferencias en la composición química de las batatas según la variedad, maduración, condiciones de clima y suelo en que se produjeron, los períodos y condiciones de conservación en depósito.

Brucher, Folquer y Ploper (22) publicaron la composición química de una serie de variedades cultivadas en Tucumán. Se transcribe a continuación el cuadro correspondiente cuyas cifras están expresadas en porcentaje del peso fresco.

<i>Variedad</i>	<i>Agua</i>	<i>Almidón</i>	<i>Equivalen- te azúcares reductores</i>	<i>Proteínas</i>	<i>Cenizas</i>	<i>Total de materia seca</i>
Camote del Perú	59,1	29,2	7,8	2,8	1,1	40,9
Brasileira Blanca	62,5	25,7	7,0	2,7	0,7	37,5
Criolla Blanca	67,4	22,1	7,0	2,9	0,6	32,6
Criolla Amarilla	67,7	24,3	4,8	2,2	1,0	32,3
Unit I Porto Rico	71,4	18,7	6,2	2,0	1,7	28,6
Brasileira Colorada	77,7	13,4	6,3	2,0	0,6	22,3

Es oportuno recordar que, salvo la Unit I Porto Rico, todas estas variedades son de tipo seco, incluso Brasileira Colorada con un 77,7 % de agua.

En el cuadro siguiente se transcriben los valores medios de la composición química de otras variedades de acuerdo con los análisis realizados en los últimos años, expresados en porcentaje de batata fresca.

<i>Variedad</i>	<i>Agua</i>	<i>Almidón</i>	<i>Total de azú- cares</i>	<i>Proteí- nas</i>	<i>Ceni- zas</i>	<i>Fibra</i>	<i>Total de materia seca</i>
Brasil. Blanca	64,00	25,70	5,00	2,70	0,70	1,90	36,00
Tuc. Mantecosa	73,60	16,47	4,42	2,20	1,04	2,27	26,40
Tuc. Lisa	72,00	18,00	5,50	2,30	1,00	1,60	28,00
Tuc. Morada	68,07	20,90	5,38	2,90	1,00	1,35	31,53

Dada la importancia de Centennial, frecuentemente usada como testigo, no sólo en E.U.A. sino en otros países, daremos las cifras medias características, en base húmeda, que son:

materia seca total	= 28,20 %
agua	= 71,80 %
carotenoides	= 17,4 mg/100g

Las cifras anotadas demuestran las notables diferencias en la composición química promedio de las distintas variedades de batata. Esto indica lo impropio que resulta el referirse a la composición general de la especie, siendo necesario, en cada caso, especificar la variedad de que se trata.

Con el objeto de facilitar la caracterización de los *seedlings* y variedades (cultivares), Shigemura y colaboradores (197) idearon una fórmula empírica que permite determinar con bastante aproximación el contenido en almidón, en base al porcentaje de materia seca. Dicha fórmula es:

$$Y = 3,4865 + 0,0072 x^2 \text{ en donde}$$

Y = porcentaje de almidón

x = porcentaje de materia seca

Naka y Tamaki (162) estudiaron, en la var. *Okinawa 100*, la evolución del contenido en azúcar y almidón de las batatas, comprobando que al aumentar el tamaño de las raíces tuberosas aumenta paralelamente el contenido en azúcar y almidón. El extremo distal de las batatas tiene la misma composición química que las raíces fibrosas.

La actividad de la amilasa y fosforilasa aumenta con el crecimiento y con la acumulación de carbohidratos.

En el Japón se crearon variedades con alto contenido en almidón, destinadas a proveer de materia prima a las destilerías de alcohol. Una de las mejores es la denominada *Kogane-sengan* que contiene un 28 % de almidón y rinde normalmente 35.000 kg/ha (72).

Se han realizado varias investigaciones tendiente a buscar alguna correlación entre el peso específico de las batatas y su contenido en almidón, comprobándose que a diferencia de lo que sucede en la papa, no existe una relación regular.

V. R. Boswel (18) observó que en años con lluvias escasas, las batatas tienen menos materia seca total, menos almidón y más agua que en años normales, en tanto que observaciones realizadas en Tucumán indican que el fenómeno inverso también es cierto,

ocurriendo que en años muy lluviosos, las batatas contienen mayor porcentaje de materia seca.

Un aspecto en que se destaca la batata comparada con la papa, es su contenido vitamínico en vitamina C o ácido ascórbico y provitamina A o alfa y beta caroteno (esta última en grandes cantidades en las batatas de pulpa anaranjada). Dempsey y col. (40) determinaron las cantidades, expresadas en miligramos por 100 gramos de batata, de cuatro variedades de pulpa anaranjada y tipo húmedo, que se transcriben a continuación:

Variedad	Acido ascórbico		Caroteno		% de materia seca
	Base húmeda	Base seca	Base húmeda	Base seca	
Unit I Porto					
Rico	29,9	103,5	4,2	14,6	28,9
Goldrush	27,1	111,4	9,0	37,1	24,4
Allgold	24,2	104,2	11,9	51,4	23,2
Earlyport	25,6	93,6	5,0	18,4	27,4

Para apreciar mejor la importancia de la batata como fuente de vitaminas y otros principios alimenticios, se transcribe un cuadro en el que se comparan la variedad de batata *Goldrush* con una de las mejores y más difundidas variedades de papa, con una de zanahoria (tradicional proveedora de provitamina A) y una de zapallo de invierno, calculados sobre 100 gramos de porción comestible fresca (adaptado de un volante docente preparado por el Dr. Miller).

	Calorías	Proteínas	Grasas	Carbo- hidratos	Vitamina C (ácido ascór- bico)	Vitamina A U.I. (axeroftol)
		g	g	g	mg	
Batatas Gol- drush	124,9	1,8	0,7	28,0	25,0	29.000
Papa	85,0	2,0	0,1	19,2	10,0	39
Zanahoria	44,9	1,1	0,2	9,2	7,0	14.383
Zapallo	35,9	1,1	0,2	7,3	—	7.000

	Vitamina B ₁ (tiamina)	Vitamina B ₂ (riboflavina)	Vitamina B ₅ (niacina)	Calcio	Fósforo	Hierro
	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Batatas Gol- drush	0,10	0,07	1,3	35,0	49,0	0,7
Papa	0,10	0,05	1,3	7,9	49,0	0,7
Zanahoria	0,05	0,07	1,5	39,0	37,0	0,8
Zapallo	0,04	0,05	0,7	20,9	44,0	0,8

Imbert y col. (95) determinaron los pigmentos antociánicos, simples o combinados, que se suelen encontrar en las batatas, los cuales proporcionan a la piel y tejidos internos de las raíces tuberosas los colores rojos y morados. Estos son: 1) "dicaffeoyl cyanidin 5-glucoside-3-glucosyl glucoside", y 2) "dicaffeoyl peonidin 5-glucoside-3-glucosyl glucoside".

Un aspecto importante en los trabajos de mejoramiento es la abundancia de las enzimas del grupo catecol-oxidasa que actúan especialmente sobre los componentes del látex (principalmente carburos de hidrógeno) provocando el oscurecimiento de los cortes. Esto lleva a seleccionar los *seedlings* con un mínimo de látex.

El contenido en fibra depende de la variedad y del envejecimiento de las batatas. La variedad Goldrush recién cosechada, contiene un mínimo de fibra que oscila entre 0,04 y 0,08 % de la pulpa fresca. En las mismas condiciones, Unit I Porto Rico tiene 0,14 a 0,26 % de fibra.

Es interesante anotar que la piel suberosa se elimina fácilmente tratando las batatas destinadas a procesamiento industrial con Na OH al 10 % y temperatura de 101 a 102°C (13).

Si bien en el centro y norte del país, los inviernos secos y moderadamente fríos permiten mantener las batatas bajo tierra y realizar una cosecha gradual para atender la demanda del mercado durante unos siete meses, en el litoral, con condiciones inversas, esto no es posible, debiendo cosecharse todo en otoño para ser almacenadas en pilas o silos.

Esto mismo se debe hacer en las principales zonas batateras de E.U.A., habiéndose perfeccionado notablemente el proceso de utilización de depósitos con ambiente controlado, que permiten proporcionar un corto período de alta temperatura (30 °C) para el "curado" y luego una larga conservación (hasta 8 meses) a baja temperatura (15,5 °C).

Esta situación motivó numerosas investigaciones tendientes a conocer la evolución de la composición química de las batatas a través de su período de conservación. Mencionaremos algunas de las más valiosas.

Sistrunk, Miller y Jones (200) estudiaron la evolución de la materia seca, azúcares reductores, azúcares no reductores y total de azúcares, desde la cosecha hasta cumplir los 7 meses de almacenamiento a 15,5 °C. Simultáneamente se determinó la relación entre los períodos de conservación y la composición de las batatas horneadas durante 75 minutos a 177 °C. Si bien los estudios se realizaron sobre tres variedades, Unit I Porto Rico, Goldrush y Earlyport, para simplificar transcribiremos solamente las cifras correspondientes a Goldrush.

Fecha	% de materia seca	% de azúcares reductores	% de azúcares no reductores	% total de azúcares	
				Base húmeda	Base seca
Al cosechar (octubre)	27,04	0,56	3,56	4,12	15,24
2 semanas después (noviembre)	26,81	0,47	5,04	5,51	20,55
<i>ídem</i> horneadas	30,98	7,51	8,55	16,06	51,84
2 meses después (enero)	29,45	0,68	6,42	7,10	24,11
<i>ídem</i> horneadas	32,78	12,30	7,57	19,87	60,62
7 meses después (junio)	28,81	1,58	6,83	8,41	29,19
<i>ídem</i> horneadas	33,52	10,29	7,66	17,95	53,55

Observando las cifras relacionadas con las batatas frescas durante la conservación en depósito, se deduce que el porcentaje de materia seca no sufre cambios importantes durante los 7 meses de conservación. Esto se explica porque si bien la materia seca disminuye en un 18 %, también el agua disminuye proporcionalmente, manteniéndose constante la relación mutua.

Los azúcares reductores (glucosa, etc.), los no reductores (sacarosa, etc.) y el total de azúcares se incrementan a medida que transcurre el período de conservación.

Al analizar los valores correspondientes a las batatas horneadas, vemos que los azúcares reductores y totales presentan su máximo porcentaje en las batatas a los 2 meses de conservación, mientras que los azúcares no reductores tienden a disminuir y la materia seca a aumentar. La pérdida de humedad en las batatas durante el horneado es de sólo 2 a 5 %.

Durante el horneado se produce un gran aumento de los azúcares reductores. En cambio, debe considerarse que no existen cambios en los azúcares no reductores de las batatas frescas, ya que el pequeño aumento registrado es un reflejo de la pérdida de agua producida.

Al comparar el peso específico de las batatas de Unit I Porto Rico (entre 0,950 y 1,017) con la materia seca y azúcares reductores (16,70 a 18,22) después de horneadas, se observa una correlación positiva (de 36,67 a 39,65); en cambio no existe correlación con el porcentaje de almidón, que llega a valores muy bajos (3,03 a 4,83 %) como consecuencia de su transformación en azúcares durante el horneado con un contenido del 25,77 % sobre el total de sólidos, que oscila entre 36,19 y 40,24 %.

Miller y col. (144) estudiaron la evolución de la composición de las batatas a través de ocho meses de almacenamiento a 13 °C y a 15,5°C, y llegaron a las siguientes conclusiones: 1) los azúcares

tienden a aumentar, especialmente en la conservación a 13 °C, durante los primeros 5 meses, estabilizándose hasta el final del período de conservación; 2) los carotenoides aumentan al principio del almacenamiento, descendiendo luego gradualmente; 3) el ácido ascórbico disminuye marcadamente al principio y lentamente después; 4) las batatas conservadas a 15,5 °C llegan en buen estado hasta los 8 meses de conservación, mientras que a 13 °C se presenta un alto porcentaje de "decaimiento interno".

Speirs y col. (203) realizaron una amplia investigación acerca del contenido en carotenoides, ácido ascórbico y humedad en las batatas, llegando a los siguientes resultados: 1) el contenido en carotenoides fluctúa notablemente según la variedad y las condiciones del cultivo, siendo proporcional a la intensidad del color anaranjado de la pulpa; oscila desde 0,5 mg/100 g base seca (en las variedades blancas) hasta 60 ó 70 mg/100 g base seca en las variedades de pulpa salmón oscuro. 2) Para una misma variedad hay oscilaciones en el contenido en caroteno según la localidad y el año (éste en menor escala), habiéndose determinado que en Unit I Porto Rico puede tener desde 5 hasta 22 mg/100 g base seca. 3) La fecha de plantación o de cosecha, dentro de los ciclos normales de desarrollo (4 ó 5 meses) no influye en el porcentaje de caroteno. 4) La "curación" y almacenaje durante 4 meses no modifica la cantidad de caroteno existente en el momento de la cosecha. 5) La cantidad de caroteno aumenta desde el extremo distal hasta el proximal de la batata. 6) El contenido en ácido ascórbico oscila según la variedad entre 67 y 110 mg/100 g base seca. 7) La fecha de plantación y cosecha y la longitud del ciclo de desarrollo influyen notablemente en el contenido en ácido ascórbico, siendo las plantaciones tardías las más ricas en éste. 8) Durante la "curación" se pierde el 20 % del ácido ascórbico, a lo cual se agrega una pérdida adicional de 10 mg/100 g base húmeda, durante 4 meses de almacenaje. 9) En promedio, la merma en el peso de las batatas es del 5 % durante el "curado" y del 12 % durante los 4 meses de almacenaje. 10) El porcentaje de agua y materia seca se mantienen estables a través del período de almacenaje, debido a que la evaporación se compensa en gran parte por el agua producida en el proceso respiratorio, manteniéndose la proporcionalidad con el consumo de azúcares en la respiración.

Miller y col. (142) establecieron que, salvo raras excepciones, existe un aumento del beta-caroteno durante el primer mes de almacenaje a 24 °C, y una disminución luego de cuatro meses. Determinaron que la casi totalidad de los pigmentos carotenoides de la batata están constituidos por el beta-caroteno (provitamina A). No obstante, no debe interpretarse que toda la provitamina A es asimilable biológicamente por el hombre o los animales, pues existen varios factores que influyen en su aprovechamiento.

Es oportuno recordar que si bien las investigaciones mencionadas se refieren a las condiciones en que se realiza la "curación" y almacenaje en E.U.A., en base a ellas pueden deducirse interpretaciones acerca de los procesos que se cumplen en el sistema de "pilas" o "silos" del litoral argentino, o de la conservación bajo tierra en el norte del país.

En el párrafo sobre "Formas de Utilización" de la batata, se hizo referencia al consumo de los brotes tiernos en muchos países tropicales, de modo que gracias a su riqueza en proteínas, entre 23 y 25 % de la materia seca, se compensa el predominio de los hidratos de carbono en las raíces tuberosas.

Las guías de batata son apreciadas como forraje, especialmente para las vacas lecheras, pues estimulan notablemente la secreción láctea.

Páez Clivio (174) determinó la composición química del "Camote forrajero" del Perú, batata de gran desarrollo vegetativo, parecida a la designada en Tucumán con el nombre de "Brasilera Colorada" o "Batata Forrajera". Los análisis comparativos con la alfalfa y el maíz chala, dio las siguientes cifras:

	<i>Camote forrajero</i>	<i>Alfalfa</i>	<i>Maíz chala</i>
Humedad	84,16	82,03	80,40
Proteínas	1,71	3,50	1,38
Grasas	0,45	0,49	0,33
Carbohidratos	9,09	9,66	11,73
Fibra cruda	2,85	2,54	4,84
Cenizas	1,74	1,78	1,32
Relación nutritiva	1: 5,9	1: 3,1	1: 9,0

Los valores indicados demuestran que la guía de batata puede reemplazar al maíz-chala como forraje, aunque debe aclararse que en animales no rumiantes las guías se deben dar en cantidades limitadas y mezcladas con otras forrajeras, para evitar trastornos en la digestión.

CAPITULO II

PRODUCCION COMERCIAL

1. Suelo

La batata crece y produce en cualquier tipo de suelo, desde los arenosos, en los cuales se cosechan las batatas de mejor presentación y calidad, hasta los arcillosos, en que se requiere la formación de bordos altos que den la elasticidad necesaria para una buena tuberización. Estos últimos producen batatas con superficie rugosa y malformadas que desmerecen su presentación para mercado.

Se ha definido como el suelo ideal para la batata el constituido por un horizonte A limo-arenoso, de 30 a 60 cm de espesor, y un horizonte B areno-arcilloso friable, que evita la pérdida de la humedad y los nutrimentos, pero sin causar un estancamiento del agua.

Es una planta muy tolerante a las variaciones en la acidez del suelo, pudiendo desarrollarse bien en niveles que oscilan entre pH 4,5 y pH 7,5 (207), si bien los niveles óptimos se encuentran entre pH 5,6 y 6,5.

En Tucumán se realizaron plantaciones con buenos rendimientos, en terrenos con salitre negro, muy alcalinos, en años con abundantes lluvias durante el período de crecimiento. En suelos muy ácidos se observaron ataques de *Rhizoctonia violacea*, ofreciendo una discreta producción.

Como es sabido, los excesos o deficiencias de acidez en el suelo se corrigen incorporando cal o azufre, respectivamente.

La batata es una planta poco exigente en cuanto a fertilidad del suelo, produciendo bien en terrenos considerados pobres, siempre que disponga de la humedad necesaria.

Los suelos ricos en nitrógeno y materia orgánica resultan

impropios para esta planta ya que provocan el *vicio*, es decir, un excesivo desarrollo vegetativo en detrimento de la tuberización.

No obstante, los máximos rendimientos y calidad se obtienen en suelos con una composición física y química equilibrada.

2. Clima

La batata por ser una planta de origen tropical es muy sensible a las temperaturas por debajo de 0°C, requiriendo un mínimo de 5 meses libres de heladas para llegar a una buena producción. Necesita, además, durante el período de crecimiento, que la temperatura media se mantenga por encima de 22°C.

Los elementos del clima que estimulan el crecimiento vegetativo de la planta son: fotoperíodo largo, gran luminosidad y altas temperaturas, siendo los contrarios los requerimientos necesarios para una buena tuberización.

Debido a su porte rastrero, la batata se adapta bien a las regiones con fuertes vientos que ocasionan la destrucción de otros cultivos. Por esta razón su cultivo se ha difundido en regiones costeras de países como China, Japón y Taiwán, castigadas frecuentemente por tifones.

Gracias a su vigorosa y rápida brotación, se recupera perfectamente de los ocasionales daños causados por las tormentas de granizo primavero-estivales.

Los vientos cálidos y secos pueden provocar la abscisión casi total del follaje, pero éste se reconstruye rápidamente en cuanto se producen lluvias abundantes o se organiza el riego.

Las heladas moderadas no afectan a las batatas bajo tierra, salvo las que están en contacto con el aire por grietas del terreno. El follaje las protege contra la primera helada; luego hay que pasar una rastra para cerrar las grietas.

Los fríos prolongados, aún sin llegar a temperaturas por debajo de 0°C, junto con alta humedad en el suelo, obliga a la cosecha total y al almacenamiento para evitar la putrefacción de las raíces tuberosas.

3. Propagación

La reproducción por semillas sólo se utiliza en los trabajos de mejoramiento tendientes a la creación de nuevas variedades.

La multiplicación mediante hojas aisladas, en cuya base se provoca la formación de un callo cicatricial, del cual nacen raíces y tallos, se emplea en las investigaciones sobre fisiología de la planta, habiendo sido denominadas "fitomodelos" por Wilson, como se explicó en el párrafo sobre Fisiología del crecimiento.

El cultivo de meristemas apicales en medios artificiales, se utiliza para la producción de plantas libres de virus. Con la misma finalidad se plantan ápices de brotes, en condiciones de alta temperatura y humedad.

La moderna técnica de cultivo de tejidos se emplea en los estudios genéticos con el objeto de producir plantas haploides, facilitando así la inducción de mutaciones y poliploidía (10, 239).

En cuanto a los sistemas de propagación utilizados en la producción comercial de batatas, son los que se describen a continuación:

Guías o bejucos

Es el material más recomendable, pues tiene las menores posibilidades de ser portador de enfermedades.

Las guías se pueden obtener: 1) de plantaciones del año anterior que no han sufrido el efecto de las heladas invernales (es lo normal en las regiones tropicales); 2) por la estratificación otoñal de las guías seccionadas, protegidas contra las heladas por medio de una cobertura de plástico o también de paja (67); 3) por rebrote primaveral de plantaciones no cosechadas o de rastrojos, que desarrollan guías, las cuales son cortadas en trozos de 10 a 40 cm; 4) siembra temprana de batatines, en líneas distanciadas 1,5 a 2 m, lo que permite un gran desarrollo de las guías, que luego se seccionan como en el punto anterior (esto es posible en regiones con un período cálido prolongado); 5) poda de las plantaciones tempranas, utilizando el material en plantaciones tardías; según El Kattan (50), se pueden extraer hasta 2 guías por planta sin resentir su rendimiento.

En general, puede decirse que las guías son un material "maduro" que resiste bien las altas temperaturas reinantes en las regiones tropicales y subtropicales durante la época de plantación.

En Tucumán se calcula que las guías rebrotadas en cada bordo del año anterior no cosechado, permiten la plantación de 25 bordos nuevos.

En Tucumán existe la creencia de que las guías del año anterior (no afectadas por las heladas) no tienen las condiciones necesarias para un rendimiento normal y que, por consiguiente, no se deben utilizar en las nuevas plantaciones. Folquer y Brucher (60) demostraron el error de esta creencia pues con dicho material, plantado en condiciones óptimas de humedad, se consiguieron los máximos rendimientos. Se utilizó la var. Brasileira Blanca.

Según E. Urrutia (224), existen notables ventajas en utilizar las puntas de las guías sobre las secciones basales. Emple-

ando trozos de guías de 40 cm obtuvo los siguientes rendimientos promedio:

Puntas de guía	21.115 kg/ha
Bases de guía	14.956 kg/ha

Plantines o brotes

Son los brotes de 10 a 25 cm que emiten las batatas en la primavera. Este es el único material utilizado en las regiones más frescas en donde no se requiere gran resistencia al calor, ni se puede esperar el desarrollo de las guías, dado el limitado período de plantación disponible.

Los plantines pueden obtenerse: 1) de la brotación de batatas dejadas sin cosechar, del año anterior; 2) por plantación temprana de batatas en surcos distanciados 50 a 60 cm a razón de 10 kg de batatines por cada treinta metros de surco (23); 3) por plantación de la batata-semilla en "camas" o "almácigos", a razón de 10 kg de batatines por cada metro cuadrado; esta cantidad aumenta al utilizar batatas de mayor tamaño.

Según Mitidieri, Fuchs y Bianchini (155) la batata-semilla se debe desinfectar antes de almacenarla (pilas otoñales) mediante espolvoreo con Thiram, Metiram o Duter. Posteriormente, en el momento de hacer los almácigos, se recomienda la inmersión de las batatas en soluciones de Agrosan, Uspulum o Granosan.

En climas templados suelen prepararse "camas frías", en platabandas algo elevadas, con base y cobertura de arena o tierra arenosa, formando una capa de unos 5 a 10 cm de espesor (sobre las batatas), debiendo sembrarse unas 6 semanas antes de la fecha en que se utilizarán los plantines. Según Brucher y Folquer (23) con 10 kg de batatines de Brasilera Blanca se obtuvieron en tres arrancadas, de octubre, noviembre y diciembre, 400, 430 y 270 plantines, respectivamente. Es oportuno recordar que la var. Criolla Amarilla produce el doble que la Brasilera Blanca.

En los climas frescos se construyen cajoneras cubiertas con vidrio, plástico o tela, y se eleva la temperatura mediante la fermentación de estiércol o materiales orgánicos, mediante cañerías subterráneas por las cuales circula humo o agua caliente, siendo el método más moderno la colocación de resistencias eléctricas subterráneas (181). En todos los casos, se debe desinfectar el suelo con bromuro de metilo y la batata-semilla con Semesan, Arasan, Duter, etcétera. El riego periódico se suspende al aproximarse la fecha de arranque, para provocar el endurecimiento de los plantines.

Welch y col. (231) estudiaron el efecto del simple calentamiento de la batata-semilla antes de colocarla en las camas de

multiplicación. El tratamiento consiste en elevar la temperatura de depósito, durante 26 horas, hasta 43° o 44 °C. Esto provocó un aumento significativo en la producción de plantines.

F. Folquer y J. Mesías (64) investigaron el control de la "dominancia proximal" de las batatas (unión con el tallo) mediante el seccionamiento, utilizando la var. Brasileira Blanca. La división de las batatas en 3 secciones provocó un incremento del 34,6 % en la producción de plantines. No se encontró diferencia significativa entre las batatas de distinto tamaño, lo que indicaría que los primordios de las yemas adventicias se originan en una etapa muy temprana de la tuberización. Otros autores, trabajando con diferentes variedades llegaron a resultados análogos (16, 41, 231).

Michael y col. (138) comprobaron el incremento en la producción de plantines, reduciendo o eliminando la "dominancia proximal" mediante el tratamiento de la batata-semilla con diversas sustancias estimulantes del crecimiento. La más efectiva resultó el Etileno-clorhidrín y en menor grado los thiourea, acetileno, 2,4-D; 2,4,5-T y alta temperatura.

Fischer y col. (58) consiguieron incrementar la producción de plantines, sumergiendo la batata-semilla durante 72 horas, en 2,4-D a 10, 20 y 30 ppm. También resultaron eficaces el MH 30 y TCA a 5, 10 y 20 ppm. Las batatas se dejan orear luego del tratamiento.

Deonier y col. (42), utilizando la variedad Porto Rico, determinaron el incremento en la producción de plantines provocando la brotación de la batata-semilla antes de colocarlas en las camas. Esta técnica de "prebrotación" consiste en poner las batatas a 30 °C y 85 % de humedad hasta que los brotes llegan a medir 1 ó 2 cm; luego se almacenan a 15 °C hasta que se acerca la época de siembra de las camas momento en que se eleva la temperatura a 30 °C para provocar el crecimiento de los brotes hasta 4 ó 5 cm, tamaño que permite un buen manipuleo del material, y produce los mayores rendimientos. Se ha comprobado que el crecimiento de los brotes se inicia cuando la temperatura supera los 21 °C.

La eficacia de la prebrotación para la producción de plantines, la ha convertido en la práctica común en E.U.A., de modo que las instalaciones para almacenamiento de batatas incluyen también cámaras de prebrotación (pregerminación). Una forma económica de provocar la prebrotación consiste en cubrir con plástico las estibas de cajones con la batata-semilla.

También son eficaces el ácido giberélico y el ethephon. Según Hernández y col. (86), la inmersión de la batata-semilla en ethephon a 1.000 ppm da los mejores resultados.

W. Young y col. (240) y F. Boyette y col. (21) determinaron los beneficios de la cobertura con plástico transparente de las camas

frías para la producción de plantines, como consecuencia del aumento de la temperatura y humedad.

Edmond (46) comprobó el efecto pernicioso de las bajas temperaturas sobre la batata-semilla. Cuando éstas permanecen a 4 °C, durante 4, 7 ó 14 días, disminuye significativamente el número de plantines por raíz y por kilogramo de batatas aumentando el porcentaje de putrefacción de las mismas.

Una vez arrancados los plantines se recomienda practicar el embarrado de la base para evitar deterioros por desecación.

Nakamura y col. (163) observaron que la batata-semilla de los almácigos viejos, en que las yemas adventicias quedaron destruidas, regeneran sus tejidos en ciertas zonas, cuando se las planta en el suelo, dando origen a nuevas raíces tuberosas. De esa forma se llegaron a obtener hasta 15.000 kg/ha de batatas nuevas.

4) Una cuarta manera de obtener plantines es la compra de éstos a empresas especializadas en su producción. Dichas empresas preparan los almácigos a campo, en regiones cálidas que permiten un adecuado desarrollo de éstos a bajo costo en la fecha de plantación de las regiones frescas. W.S. Anderson (9) estudió las condiciones de preparación, embalaje, transporte y conservación de los plantines hasta el momento de ser utilizados en la plantación. W. O. Drinkwater (45) demostró que la práctica común de despuntar los plantines para uniformar el tamaño, no afecta el rendimiento de la cosecha de batatas.

En E.U.A., se clasifican las variedades de batata, de acuerdo con la precocidad en la producción de plantines, en 3 grados. Como orientación diremos que Centennial está ubicada en el grado 2. La var. Tucumana Lisa, un poco más tardía, obtendría el grado 2,5.

En relación con el rendimiento de los plantines se utiliza una escala de 1 a 5. A Centennial se le adjudicó el grado 3,2, a Tucumana Lisa le correspondería el grado 2, ya que si bien emite un gran número de brotes, su crecimiento se hace lento una vez emergidos, bajando su rendimiento.

La comercialización de plantines en E.U.A. se hace en base a estándares oficiales que establecieron una longitud entre 20 y 30 cm, y tres categorías en cuanto a peso: 1^o clase de 5 g, 2^a clase de 12 g y 3^a clase de 5 a 25 gramos. Suelen tener de 5 a 8 hojas.

Folquer y col. (67) investigaron la cobertura de viveros otoñales con polietileno o pasto como protección contra las heladas con la finalidad de proveer de plantines y guías de bajo costo para las plantaciones primicias desde el 1^o de setiembre. El mayor rendimiento en plantines se debió a la protección de paja colocada directamente sobre las plantas (10 a 15 cm de espesor), la que era retirada en los días sin amenaza de heladas. La plantación de los viveros, con batata-semilla o trozos de guías se realizó a fines de marzo.

Folquer (70) propuso un nuevo sistema de plantación en platabandas de unos 10 cm de alto, con filas apareadas, adaptable a los viveros de batata-semilla. Este sistema tiene la ventaja de poderse regar con una mínima cantidad de agua, por la reguera ubicada entre las dos filas de batatas, evitándose el costoso riego de aspersión, necesario por la escasez de lluvias, durante el invierno y principio de primavera, en Tucumán. Se debe utilizar la cobertura de paja contra las heladas en los viveros otoñales.

En general, se puede afirmar que, en buenas condiciones de humedad, si el material de multiplicación se maneja cuidadosamente, evitando traumatismo o desecación, y practicando cortes limpios con instrumentos bien afilados (lo que facilita la cicatrización) y, especialmente, si la plantación se realiza en barro (70), cualquier tipo de plantín o guía dará los máximos rendimientos posibles dentro de las condiciones ambientales y la productividad potencial del cultivar de batata utilizado.

Las condiciones ecológicas desfavorables causan un bajo *stand* (población) en las plantaciones realizadas con los materiales más delicados (plantines pequeños, material tierno o guías envejecidas del año anterior, que enraizan lentamente), sin que esto sea atribuible a la capacidad intrínseca de dichos materiales.

Batatines

Se definen como pequeñas batatas, de 50 a 100 g, según la forma en que se considera descarte de la cosecha comercial.

Folquer y Brucher (61) estudiaron la utilización de los batatines para la realización de plantaciones comerciales, ya que ésto permitiría la mecanización de la siembra, tal como se efectúa con la papa, independizándola de las lluvias o del riego, ineludibles cuando se plantan guías o plantines.

Se ensayaron 10 variedades: Brasilera Blanca, Criolla Blanca, Brasilera Colorada, Criolla Amarilla, B-219, Pelican Processor, Wenholz II, Wannop, B-4306 y Texas 51.

La única variedad cuyo rendimiento en plantaciones con guías y con batatines resultó casi el mismo, fue B-219 (Beltsville 219); pero su forma de zanahoria y la superficie rugosa la hacen impropia para el mercado, siendo útil solamente para uso industrial o para forraje. Las 9 restantes tuvieron rendimientos útiles muy bajos.

La causa de este bajo rendimiento es la hipertrofia del batatín-semilla, el cual se convierte en una masa deforme con profundas grietas y tejidos parcialmente lignificados o suberificados.

La siembra con batatines, aparte de una economía del 61 %, posee la ventaja de la completa mecanización de la siembra, que puede hacerse con independencia de las lluvias o del riego. Además,

los batatines no se deterioran tan rápidamente como las guías a causa de las altas temperaturas o falta de humedad.

S. Akita (3) demostró que se pueden obtener buenos rendimientos en la siembra de batatines si, a las 3 semanas de la brotación, se descubre parcialmente el batatín (lavando con máquina pulverizadora). En el cultivar *Gokokuimo* con esta técnica, se consiguió aumentar la producción en un 39 %. La luz provoca un incremento de la oxidasa del ácido indolacético, la cual destruye las hormonas de crecimiento causantes de la hipertrofia de los batatines.

Recientemente, en el Japón, se crearon nuevas variedades que se comportan satisfactoriamente en la siembra con batatines. Bouwkamp y Scott (19) determinaron que la siembra de batatines de la var. *Redmar*, en Maryland, rinde lo mismo que con plantines.

4. Plantación

En la descripción del proceso de plantación, analizaremos tres aspectos: época, sistema y manejo del material.

Según la época de plantación, distinguiremos cuatro modalidades:

1) *Temprana*

Se realiza en las regiones subtropicales en cuanto pasa el peligro de heladas y la temperatura del suelo permite el arraigo de las guías; dicha temperatura debe ser superior a los 10°C. Para Tucumán la época temprana comprende los últimos 10 días de agosto y el mes de setiembre, que producirá la cosecha de *primicia*, correspondiente a los meses de enero y febrero.

2) *De estación*

Abarca la mayor parte de las plantaciones del país, que se realizan durante los meses de octubre, noviembre y diciembre. Esta proporciona la cosecha de marzo en adelante.

3) *Tardía*

Se puede efectuar en el norte del país durante el mes de enero, dependiendo la fecha exacta del tipo de variedad utilizada (tardía o precoz).

4) *Extratardía*

Se realiza a fines de marzo o principios de abril con el objeto de producir batata-semilla chica con destino a los viveros o almácigos de la siguiente temporada de cultivo. Cuando la base de

la guía no se huela se puede dejar rebrotar en primavera, continuando luego el crecimiento de las batatas que pueden dar cosecha comercial desde fines de diciembre.

Según el *sistema* de plantación, ésta puede ser:

1) En bordos o caballones

Es el sistema tradicional, que consiste en formar bordos, en cuya parte superior se plantan las guías, plantines o batatines.

La altura y distancia de los bordos entre sí depende del tipo de suelo y de las herramientas o máquinas utilizadas. En suelos pesados se hacen bordos de unos 30 cm de altura, mientras que en terrenos arenosos suelen ser suficientes unos 15 centímetros. En algunas zonas, luego de armado el bordo, se pasa un tablón o rolo para comprimir la tierra demasiado porosa y favorecer la capilaridad.

Edmond y colaboradores (47) determinaron que los bordos que poseen una altura mediana (15 a 20 cm) y los altos (35 a 40 cm) producen más que los bordos bajos (8 a 10 cm), con una importante influencia del tipo de suelo.

La distancia entre los bordos suele oscilar entre 60 y 100 cm, dependiendo de la constitución del suelo y de las herramientas o máquinas empleadas.

El material de multiplicación se planta a distancia entre 15 y 40 cm.

Miller y col. (149) estudiaron la influencia combinada del espaciamiento de las guías y la fertilización, llegando a la conclusión de que los máximos rendimientos se consiguen siempre con las menores distancias entre plantas, de 15 a 23 cm; con esta distancia, la fertilización intensa proporciona la mayor ventaja. Al aumentar las distancias, la fertilización mediana a baja es tan eficaz como la alta.

Urrutia (224), en el Perú, determinó que los mayores rendimientos corresponden a una distancia de 20 cm, cuando se coloca una guía por golpe, y de 25 cm si se ponen dos guías juntas en cada golpe. Los ensayos se llevaron a cabo en suelos arcillo-arenosos, abonados con 50 kg/N/ha y 80 kg/K₂O/ha. Se utilizó la var. *Chancleta*, de pulpa anaranjada, que da ventajas a la plantación con doble guías, mientras que la diferencia no resulta significativa en la var. *Paramonguino*.

W. Anderson y col. (8) recopilan los resultados obtenidos por varios investigadores en relación con la mejor distancia de plantación en bordos separados desde 0,90 a 1,20 metros. Anderson y col. (6) recomiendan 30 cm entre plantas para la var. Porto Rico. Miller (139) y Kimbrought (111) proponen también la misma distancia. Price (185) recomienda para la var. Nancy Hall una separación de 25 cm entre los plantines. Zimmerley (1934) conside-

ra igualmente a 25 cm como la mejor distancia. Anderson y col. llegan a la conclusión de que la fecha de plantación es de máxima importancia en el rendimiento, siendo de poco significado las diferencias de producción motivadas por distancias de plantación superiores a 20 cm.

J.B. Edmond y col. (47), trabajando con la var. Porto Rico, concluyen que el rendimiento es mayor cuanto más alto es el bordo, sin que ello aumente la cantidad de descarte (batatas muy chicas o muy grandes).

En este sistema se suele depender de las lluvias para realizar la plantación. Se puede prescindir de esta dependencia si: 1) se utilizan máquinas trasplantadoras con tanque de agua; 2) se colocan a mano, unos 200 cc de agua en cada golpe de plantación ("riego de chorro"); 3) se practica un riego de asiento, levantando luego los bordos con tierra húmeda, apta para la plantación (común en Santiago del Estero); 4) se hacen los bordos a 60 u 80 cm de distancia y se plantan pisando, de modo que al circular el agua de riego por la trocha (surco) vaya entrando por la depresión de la pisada.

2) *Plantación en llano*

Es el sistema más simple. En el suelo arado se abre un surco mediante una pasada del arado, se colocan las guías sobre el costado del mismo y se les tapa la base con una segunda pasada. Este método es el más común en el Perú (224).

Una variante del método anterior es la colocación horizontal de la guía a lo largo del surco (como en la caña de azúcar) cubriéndola con una delgada capa de tierra. Las guías emiten las raíces al tercer día y emergen los brotes a los 10 ó 15 días. Tiene la ventaja de no sufrir por deficiencias de humedad o excesivo calor.

3) *En platabandas con filas apareadas*

Consiste en un sistema ideado por el autor (70), con el objeto de poder realizar las plantaciones (también los viveros) independizándolos de las lluvias, en base a una mínima disponibilidad de agua de riego, que hasta se podría transportar en tanques. Comprende las siguientes etapas: 1) armado de bordos distanciados a 140 cm; 2) pasada de rastra de dientes a lo largo de los bordos hasta formar una platabanda de unos 10 cm de altura; 3) abrir un surco en el centro de la platabanda, más o menos ancho según el agua de riego disponible; 4) regar por el surco mencionado (para el ancho mínima de 20 cm, se requieren unos 44.000 litros de agua por hectárea, es decir que hasta se podría llevar el agua en tanques); 5) en el barro de los costados del surco se plantan las dos filas de guías o plantines; 6) a los 20 ó 30 días de la plantación se

realiza el primer aporque, que eleva el bordo hasta unos 22 cm, cubriendo simultáneamente las malezas que iniciaron su crecimiento; 7) unos 20 días después, se realiza el segundo aporque, que eleva el bordo hasta 30 cm y cubre la nueva serie de malezas. En este momento, el follaje de la batata cubre la parte superior de los bordos, impidiendo el desarrollo de las malezas.

Durante todo el proceso se mantiene abierto el surco entre las dos líneas de plantación, permitiendo repetir el riego, si las condiciones ambientales así lo requieren (fig. 16).

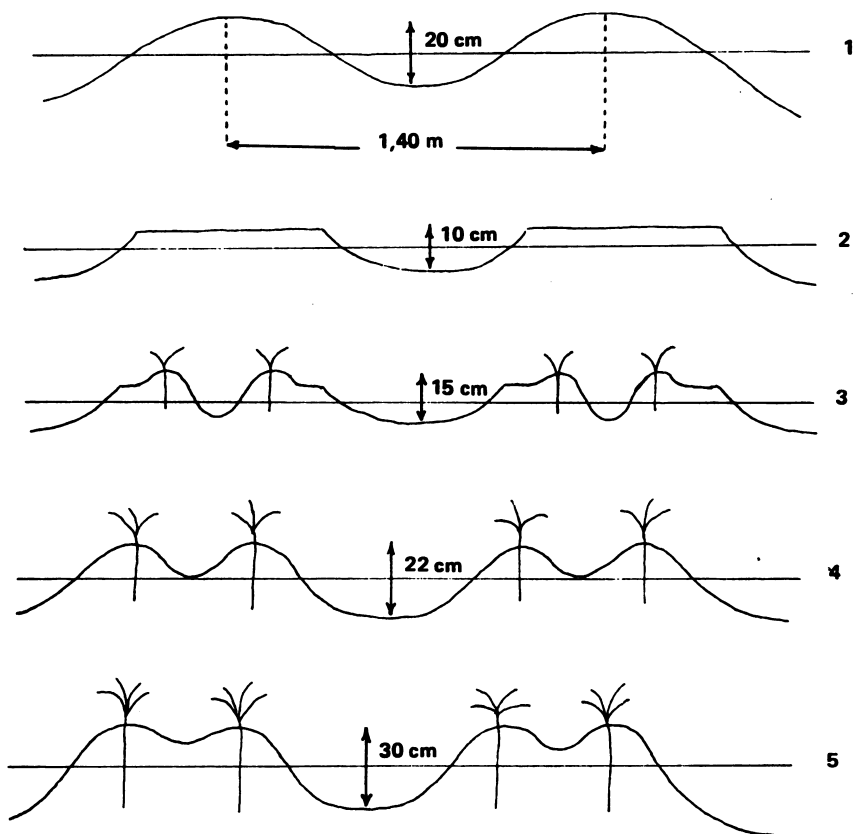


Figura 16. Proceso del sistema de plantación en platabandas con filas apareadas (la línea horizontal es el nivel normal del suelo); 1) bordos o caballones distanciados por 1,4 m, con 20 cm de altura; 2) platabandas de 10 cm de altura; 3) surcos de riego en el centro de las platabandas; 4) primer aporque que eleva los bordos hasta 22 cm; 5) segundo aporque que eleva el bordo a 30 cm (Folquer, 1976).

Según el *manejo del material de multiplicación* se distinguen las siguientes etapas (no se consideran los batatines por no ser aún utilizados en la producción comercial):

1) *Los plantines se arrancan* tirando oblicuamente, apoyando una mano en el suelo para no arrancar también la batata-semilla. Si se trata de guías largas éstas se cortan en trozos de 20 a 40 cm; se pueden eliminar las hojas para facilitar el manipuleo.

2) *El material se puede apilar* en galpones, rociando con agua, hasta el momento de ser utilizado; entonces se lo lleva a la cabecera del campo para ser distribuido sobre los bordos, realizando la plantación de inmediato para evitar deterioros del material.

3) *En la práctica, la distribución* del material se suele realizar de varias formas: si son guías largas, se sostiene un gran manojo con un brazo y se distribuye con la mano libre; si son plantines o guías cortas, se colocan en una arpillera, cosida en dos puntas, que se dispone cruzada, colgando de un hombro; Folquer y col. (65), idearon un canasto portaguías de tela metálica sostenido por dos cañas de unos 2,4 m de largo, que van unidas en el extremo que apoya en el suelo y en el otro llevan ganchos para sujetarlos en el cinto, a los costados del obrero, el que debe caminar retrocediendo.

4) *La plantación* puede efectuarse de diversas maneras:

- a) Cuando el material es de pequeño tamaño, se puede utilizar la “estaca plantadora”, común en horticultura.
- b) El “bastón batatero”, de más o menos un metro, presenta en su extremo una muesca u horqueta que permite enganchar la guía o plantín y enterrarlo, cuando el terreno es muy blando. Este fue mejorado en el denominado *bastón tucumano* (65), el cual dispone en su extremo, de un *patín* de unos 6 cm de largo, y un *diente* de 2 cm que engancha al hacer resbalar el patín sobre la guía, enterrándola oblicuamente (que es la posición conveniente) (figs. 17 y 18); se puede trabajar con un bastón en cada mano, cerrando el orificio de plantación con un golpe del mismo.
- c) La *azada batatera* de mango corto y hoja de unos 20 cm de ancho, es necesaria en terrenos pesados o mal preparados; se la utiliza en Tucumán para plantar las guías largas (40 a 50 cm) que se entierran en su centro, dejando sus dos extremos afuera, asentando la tierra con un golpe de la misma azada (se evita de esta manera el plantar guías invertidas que no tendrán producción). En otras zonas con suelos livianos se utiliza la *azada corazón*.

Cuando la humedad no es abundante, se debe pisar sobre la guía para asegurar un buen contacto y prendimiento; esto puede hacerse a continuación de la plantación utilizando un *pisón* en cada mano (65).

En algunas zonas se plantan batatines cuyas guías están acodadas en el mismo bordo en donde se produce la tuberización. Se soslaya así el efecto inhibitor que produce la hipertrofia del batatín-semilla.

- d) *Máquinas trasplantadoras*. Estas máquinas están diseñadas para plantar en el bordo previamente formado, que son las comunes en el litoral del país, o que arman el bordo y plantan simultáneamente. Estas máquinas pueden llevar un tanque de agua que proporciona la humedad necesaria cuando ésta es escasa en el suelo. No se las suele utilizar en los climas cálidos por lo breve del tiempo en que son útiles, pues la humedad superficial se pierde rápidamente.

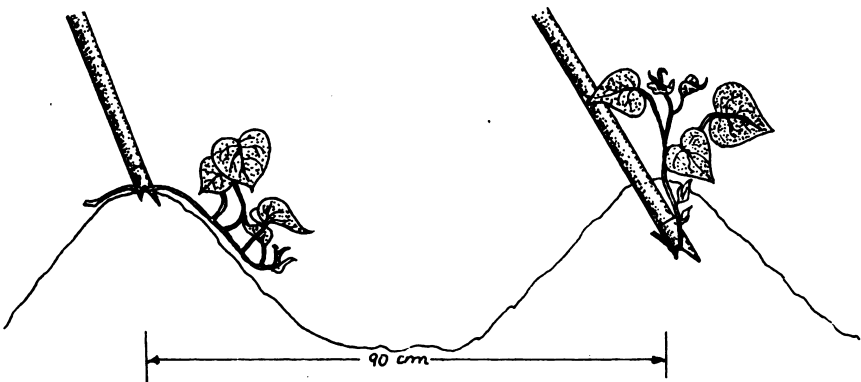


Figura 17. Plantando guías de batata utilizando el bastón tucumano.

Según Meyer y Clark (137), cuanto mayor es el número de nudos bajo tierra, mayor será el rendimiento. En plantaciones con 2, 4 y 6 nudos enterrados se obtuvieron rendimientos de 10.950, 12.947 y 13.915 kg/ha, respectivamente.

En las plantaciones comunes, con bordos separados 80 cm y guías a razón de 3 por metro, se requieren 37.500 guías por hectárea. En el caso de las platabandas separadas 140 cm y 6 guías por metro de reguera, se necesitan 42.600 guías o plantines.

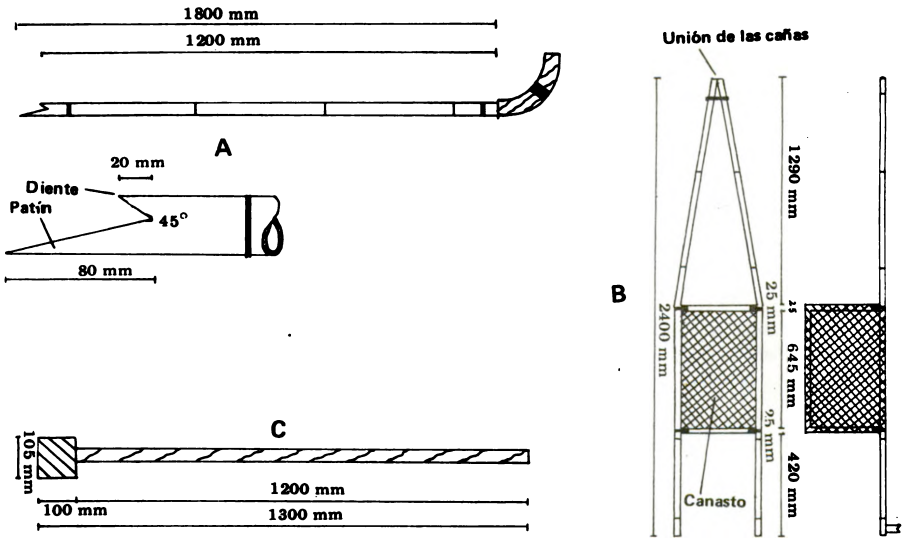


Figura 18. Implementos manuales para la plantación de batatas: A) bastón tucumano con el patín y el diente para enterrar las guías; B) implemento portugués; C) pisón (Folquer, 1968).

5. Rotación, sucesión, intercalación

J. C. Miller y col. (146) estudiaron los efectos de diversas rotaciones de cultivo durante 1957-59, en que se incluye la batata en uno, dos o los tres años. En el cuadro siguiente se transcribe la síntesis de los resultados obtenidos.

Plantación 1957	Plantación 1958	Plantación 1959	Rendimiento kg/ha 1959
batata	batata	batata	18.047
batata + abono verde invernall	batata + abono verde invernall	batata + abono verde invernall	21.719
batata	soja	batata	21.235
maíz + abono verde invernall	algodón	batata	20.872
maíz + poroto	algodón	batata	16.335

Vemos que, para los suelos de Louisiana, E.U.A., los mejores resultados se obtienen repitiendo anualmente el cultivo de batatas, pero con una sucesión anual de batata y abono verde invernal. También fue favorable la rotación bienal de batata y soja. Se confirma así la opinión tradicional de la inconveniencia de ocupar el terreno durante tres años exclusivamente con batatas.

No obstante, como se confirmó en Tucumán, con suelos arenosos (que no suelen acumular plagas o enfermedades), se puede mantener un buen rendimiento aún repitiendo 7 a 10 años el cultivo de la batata en el mismo terreno, con una simple sucesión de malezas anuales desde la cosecha hasta la nueva plantación.

Según Urrutia (224), en el Perú se acostumbra sembrar camote luego de la cosecha de papas, aprovechando que el terreno queda prácticamente preparado. También se plantan camotes para limpiar los campos de malezas.

J. C. Miller y col. (149) estudiaron la sucesión papa-batata en relación con la fertilización. La aplicación de altas dosis de fertilizantes en ambos cultivos no resultó aditiva, pero sí en dosis bajas en que se manifiestan los buenos rendimientos de la batata.

Según Steinbauer y Kushman (207), cuando el suelo está contaminado con hongos como *Fusarium oxysporum f. batatas* y *Ceratocystis fimbriata* o nematodos, se debe suspender el cultivo de batatas por 2 ó 3 años, ocupando el campo con cultivos inmunes a dichos parásitos.

Dado que la abundancia de nitrógeno estimula el *vicio* en la batata, no es recomendable plantarla inmediatamente después de un cultivo de leguminosas.

En las regiones tropicales y subtropicales, la batata es una de las especies consideradas en la moderna técnica del *cultivo múltiple* con sucesiones e intercalaciones anuales de hasta 5 cultivos. En Tucumán dio excelente resultado la sucesión anual zapallitos de tronco-arveja grano tierno-batata.

En países tropicales húmedos, se practica la intercalación de la batata entre la caña de azúcar.

6. Trabajos culturales

Reposición de fallas

Es una tarea recomendable cuando el número de fallas pasa del 15 % (considerado normal); pero la misma se debe realizar dentro de los 10 días después de la plantación. Las reposiciones posteriores no compensan la inversión ya que la producción de esas plantas es insignificante, aunque su aspecto sea vigoroso, debido a un notable efecto de competencia con las primeras plantas que dominan el terreno.

Control de malezas

El sistema tradicional de cultivo de Tucumán incluye el control de malezas en los bordos mediante uno o dos desyerbes con azada (desde el momento en que las guías empiezan a brotar hasta que cubren el lomo del bordo), mientras que en la trocha (surco) el control se hace mediante pasadas con carpidora.

En Santiago del Estero se está difundiendo una máquina que desyerba los costados de los bordos mediante conos escarificadores rotativos.

Una forma económica de cultivo y control de malezas consiste en adaptar una cultivadora *Planet* la cual va carpiendo la trocha y descostillando el bordo, y en una segunda pasada vuelve a carpir la trocha y aporca el bordo, tapando las malezas en brotación.

Merece destacarse el empleo de la batata para la eliminación de las malezas perennes, cuyo control por medio de herbicidas o cultivos resulta muy difícil y costoso. Un ejemplo típico es el cebollín (*Cyperus rotundus*). Harris (83), en Mississippi, realizó una plantación temprana de batatas, en suelo fuertemente abonado con abonos nitrogenados, para estimular el desarrollo vegetativo temprano, armando pequeños montículos distanciados 1 x 1 m en cada uno de los cuales plantó 3 guías, es decir que se podía pasar la cultivadora en dos direcciones perpendiculares. Al levantar la cosecha, habían casi desaparecido los tubérculos de cebollín, quedando un importante beneficio por la venta de la producción de batatas. Esto se presenta como el medio más económico de limpiar un campo de malezas perennes.

Osaki y Sunohara (172) efectuaron una investigación con el objeto de establecer el efecto competitivo de las malezas en los distintos períodos del desarrollo de la planta de batata. Se determinó así, que el momento crítico para el control de las malezas va desde el alargamiento de las guías hasta el comienzo de la tuberización. Las malezas dominantes fueron: *Gallinsoga ciliata*, *Panicum crus-galli*, *Amaranthus blitum*, y *P. sanguinale*.

Los herbicidas más eficaces en este cultivo son los que se aplican enseguida de la plantación como preemergentes de malezas. En el buen control de las malas yerbas influye el clima, las condiciones del suelo, las prácticas culturales, las especies de malezas dominantes y la buena elección del herbicida. Steinbauer y Kushman (207) presentan un cuadro con las malezas dominantes en las zonas batateras de E.U.A. y la eficiencia específica de los 7 herbicidas más recomendados: Amiben, Diphenamid, Naptalan, Vernolate, CDAA (N,N-diallyl -2-chloroacetamide), DCPA (dimethyl tetrachloroterephthalate) y EPTC (s-ethyl dipropylthiocarbamate). El vernolate y el EPTC se incorporan al suelo poco antes de la plantación, y los demás se pulverizan sobre el terreno recién

plantado, impidiendo la germinación de las semillas. En todos los casos deben seguirse las instrucciones de los fabricantes.

Mitidieri y col. (156) investigaron las ventajas del uso de herbicidas en los almácigos de batata-semilla, y recomiendan aplicar herbicidas de preemergencia a razón de 10 litros de solución por cada 100 m² de almácigo.

Los herbicidas más eficaces fueron: Metobromurón (Patorán, P.M. 50 %) 35 a 45 g; Prometrina (Gesagard, P.M. 80 %) 15 a 20 g; y Linurón (Afalón, P.M. 50 %) 20 a 30 gramos.

En Tucumán se ensayó con éxito al siguiente procedimiento, en campos invadidos por cebollín (*Cyperus rotundus*): 1) se prepara el suelo; 2) cuando las malezas brotaron, se pulveriza con la mezcla de 56 cc de Gramoxone + 56 cc 2,4-D + 20 cc Agral (humectante) + 10 litros de agua; 3) una vez secas las malezas, se arman los bordos y se planta. La batata dispone de 20 a 30 días de ventaja para dominar la superficie de los bordos.

Por ser el 2,4-D el herbicida más económico, se transcriben los resultados obtenidos con él por H. F. Arle y col. (11), quienes consiguieron un buen control de las malezas incorporando al suelo, poco antes de la plantación, soluciones de hasta 4000 ppm, a razón de 1470 litros/ha. Para evitar daños de importancia en las raíces de los plantines, éstos se humedecen y luego se espolvorean con carbón activado (se necesita 0,5 kg por cada 1000 plantines).

Cobertura del suelo

G. M. Campbell (25) (cf. 48) investigó la influencia de la cobertura del suelo (*mulching*) sobre los rendimientos. Incluyó los siguientes tratamientos: 1) testigo con desyerbe de azada; 2) hoja de pino, con 10 cm de espesor; 3) aserrín, capa de 5 cm; 4 a 6) plástico negro, blanco y transparente. Se utilizó la var. Unit I Porto Rico. El orden de eficacia de los tratamientos fue: 1, 3, 5, 2, 4 y 6.

El autor efectuó varios ensayos en Tucumán, utilizando plástico negro como cobertura del suelo, buscando evitar las malezas, mantener uniforme la humedad del suelo y provocar precocidad en el desarrollo y la producción. Si bien hubo un buen control de malezas, los rendimientos resultaron muy inferiores a los del testigo. Probablemente, la causa de estos resultados fueron la alta temperatura, alta humedad y acumulación de CO₂ en el suelo, con los efectos ya estudiados en Fisiología del Crecimiento.

Aporque

Tiene por objeto mantener alto y bien formado el bordo, que se aplasta por efecto de las lluvias y los trabajos de desyerbe; suele

hacerse a los 40 días de la plantación antes de que las guías invadan la trocha. En el caso de un atraso en esta labor, se deberán levantar las guías y volcarlas sobre el bordo, antes de realizar el aporque. El bordo alto, como ya se ha dicho, facilita la expansión de las batatas y su rendimiento.

Fertilización

En Argentina no se practica la fertilización de los suelos destinados a la producción de batatas, por considerarse que es una planta muy rústica que produce excelentes cosechas con la sola necesidad de buenas condiciones climáticas. En general, las zonas batateras que proveen el consumo nacional, poseen buenas características edáficas para su producción.

Los suelos ricos en nitrógeno y materia orgánica resultan impropios para esta planta ya que provocan el *vicio* que la hace improductiva.

Scott y Ogle (194) determinaron la cantidad de elementos minerales que extrae del suelo una cosecha de batatas, variedad Maryland Golden, con un rendimiento de 13.600 kg/ha. Se transcriben a continuación las cifras correspondientes.

	Extracción en kg por hectárea		Total
	Guías	Batata	
Nitrógeno	56,0	60,0	116,0
Fósforo (P ₂ O ₅)	15,5	30,2	45,7
Potasio (K ₂ O)	121,0	115,0	236,0
Calcio	27,7	6,7	34,4
Magnesio	5,7	5,2	10,9

(Jacoby (98) obtuvo resultados análogos)

Estas cifras permiten deducir las necesidades básicas de fertilizantes para mantener o incrementar la productividad de los suelos.

Es notable el gran requerimiento en potasio, elemento que es fácilmente lixiviado en las regiones lluviosas con suelos sueltos.

Las necesidades de fertilización varían según las características físicas y químicas del suelo y subsuelo, la frecuencia de la lluvia o riego, sistema de cultivo y variedad de batata utilizada.

Miller y col. (146) investigaron la aplicación de soluciones *starter* (estimulantes iniciales del desarrollo), que se colocan en el hoyo de plantación; eventualmente, podrían sustituir a los otros fertilizantes. Utilizaron una solución formada por un kilo de la fórmula de alto análisis 10-52-17 en 200 litros de agua. Se transcriben los resultados obtenidos con la var. Unit I Porto Rico, en ciclo de cuatro meses de desarrollo.

*Producción en
kg/ha*

Testigo con agua pura	32.125
Aplicación de 120 cc de solución	41.382
Aplicación de 240 cc de solución	43.076

Debe recordarse que en los experimentos de fertilización con batatas, el coeficiente de variabilidad suele ser elevado, lo que dificulta la obtención de resultados estadísticamente significativos.

F. W. Johnstone y col. (99) comprobaron el aumento de los rendimientos si se mejora la estructura del suelo mediante la incorporación de "acondicionadores". Para los suelos pesados, se utilizó el poliacrilonitrilo que los hace más esponjosos y el vinilacetato de hidrácida maleica, para suelos sueltos, proporcionando más cohesión.

Varios investigadores del Inst. Agric. Chekiang aplicaron "abonos foliares" en solución al 1 % conteniendo P, K y Mg obteniéndose aumentos en el rendimiento de hasta 26 %. Soluciones al 5 % de P ó K incrementaron el rendimiento entre el 16,7 y el 32,6 %.

El autor comprobó un aumento en la producción de plantines en los viveros pulverizando con azúcar al 10%. También es beneficiosa la fertilización de los almácigos con abonos nitrogenados.

Wilson (235) investigó la influencia en la tuberización, de diversas concentraciones de nitrógeno nítrico en el suelo, cuyos resultados pueden resumirse en la siguiente forma:

- 1) NO₃ de 21 a 42 ppm, se produce tuberización a las 3 semanas.
- 2) NO₃ a 105 ppm, se produce tuberización a las 4 semanas.
- 3) NO₃ a 160 ppm, se produce tuberización a las 5 semanas
- 4) NO₃ a 210 ppm, no tuberizó en 6 meses.

Con dosis bajas, las batatas fueron redondeadas y con dosis altas resultaron alargadas.

En general, se considera que la cantidad de N debe ser un tercio de la de K, para evitar el excesivo crecimiento de las guías. Srinivasan y col. (205) consiguieron aumentar los rendimien-

tos mediante la disminución de la relación follaje/raíces tuberosas provocando la acción sinérgica causada por la pulverización del follaje con CIK del 1 al 2 % y ethephon a 250 ppm.

L. M. Ware y Johnson (230), en Alabama, efectuaron un: amplio estudio sobre fertilización, utilizando las variedades Triumph y Unit I Porto Rico. Se enumeran a continuación las combinaciones que provocaron un incremento significativo en los rendimientos:

- 1) 880 a 1320 kg/ha de fertilizante y 6 t estiércol.
- 2) 880 a 1320 kg/ha de fertilizante y 6 t vicia verde.
- 3) 1100 kg/ha de fertilizante y riego.
- 4) 550 kg/ha de fertilizante, riego y materia orgánica.
- 5) 550 kg/ha de fertilizante y materia orgánica, sin riego.
- 6) Con fertilización nitrogenada a razón de 0, 22, 44, 66 y 88 kg/ha los rendimientos de batatas grado N^o 1 fueron 7986, 14.822, 16.395, 17.847 y 20.025 kg/ha, respectivamente.
- 7) Con las mismas dosis de nitrógeno e incorporando vicia verde, los rendimientos en batatas grado N^o 1 fueron: 16.032, 16.274, 18.573, 17.000 y 20.328 kg/ha, respectivamente.

Lantican y Soriano (120) en suelos de tipo "lipa limo-arcilloso" de Filipinas, con plantaciones tanto de época seca como de época lluviosa, obtuvieron los máximos rendimientos, tanto en guías como en batatas, aplicando 100 kg/N/ha y 90 kg/K/ha. La incorporación de 90 kg/P/ha causó una disminución del rendimiento en relación con el testigo. Hubo respuesta favorable a los elementos menores

Según J. B. Hester (87), el mejor resultado económico se obtiene aplicando fertilización en bandas laterales en dos veces, en dosis de 30 kg/N, 90 kg/P₂O₅ y 120 kg/K₂O por hectárea.

Steinbauer y Kushman (207), resumiendo numerosas investigaciones realizadas en E.U.A., recomiendan la aplicación de 1000 a 1500 kg/ha de una mezcla fertilizante que contenga 3 a 5 % de nitrógeno, 6 a 8 % de ácido fosfórico y 8 a 12 % de potasio.

Riego

Miller y col. (145) estudiaron la influencia de la humedad del suelo en la tuberización de las batatas. Los tratamientos con riego se realizaron bajo cobertura plástica, de modo que la humedad era proporcionada exclusivamente por el mismo, mientras que las parcelas testigo recibieron las lluvias normales en Louisiana (E.U.A.). Se sobreentiende que las plantaciones se realizaron con la humedad apropiada.

El ciclo del desarrollo hasta la cosecha fue de 120 días. El riego se repite cada vez que la humedad del suelo baja del 45 % de la capacidad del campo.

En el cuadro siguiente se transcriben los resultados más interesantes:

<i>Tratamiento</i>	<i>Producción en kg/ha</i>
1) Riego solamente hasta los 40 días	5.610
2) Riego después de los 40 días	10.982
3) Riego solamente después de los 80 días	6.154
4) Riego en los primeros y en los últimos 40 días	16.694
5) Testigo a campo (año con lluvias normales)	17.612

Los rendimientos obtenidos indican que existen dos períodos críticos, en relación con las necesidades de humedad, para llegar a una buena producción, que son los primeros y los últimos 40 días del ciclo de desarrollo.

Lambeth (119), en Mississippi, utilizando Unit I Porto Rico, comparó tres regímenes de riego como refuerzo de las lluvias normales en la región. Obtuvo los siguientes resultados:

	<i>Riego total mm</i>	<i>Rendimiento</i>
1) testigo sin riego	-----	23.050
2) riego de 25 mm al bajar la humedad hasta el 45% capacidad de campo.	203	33.456
3) riego de 25 mm por semana	178	34.303
4) riego de 38 mm por semana	243	38.962

El riego oportuno, que evita los cambios bruscos en la humedad del suelo, evita en gran parte el "agrietado" de las batatas.

En las plantaciones comunes, debido a la altura de los bordos, se requieren grandes caudales de riego para que la humedad llegue hasta las plantas durante el primer período crítico del desarrollo (40 días desde la plantación). Este riego se considera antieconómico para el cultivo de batatas, para el cual se destinan terrenos sin riego, de bajo costo. Por la misma razón no se utiliza el oneroso riego de aspersión.

Buscando una mayor estabilidad en la producción de batatas, generalmente pendientes de las fluctuaciones pluviométricas, Fol-

quer (70) ideó el "sistema de plantación en platabandas con filas apareadas" que requiere un mínimo de agua de riego (44.000 litros/ha), (ver "Sistemas de plantación" pág. 73), que permite la plantación en barro, condición óptima que asegura el prendimiento de casi el 100 % de las guías o plantines.

Bowers y col. (20) determinaron, en la var. Allgold, que los rendimientos resultan normales cuando se mantiene la humedad por encima del 20 % de la capacidad de campo. Esto suele significar la aplicación de un riego cada 22 días.

Según Boswell (18), una plantación con un ciclo de 150 días, requiere 550 a 660 mm de agua de lluvia o riego.

Control del vicio

Como ya se ha dicho, el *vicio* es el excesivo desarrollo vegetativo, acompañado por una disminución y, a veces casi la anulación de la tuberización. Existen variedades muy propensas a este proceso, como la Brasilera Blanca y la Criolla Amarilla; en cambio son resistentes la Tucumana Lisa y la Centennial

Los agricultores experimentados suelen determinar el momento en que una plantación de batatas "se va en vicio", y proceden a practicar el control mediante los métodos tradicionales que consisten en: despuntar las guías por medio de guadaña o machete, hacer pisotear la plantación por animales como caballos o mulas, o pasar una rama espinosa (de tusca u otro árbol parecido).

Observaciones del autor permitieron comprobar la frecuente eficacia de dichas medidas. Si bien no se han realizado investigaciones sistemáticas al respecto, podría explicarse el efecto útil de dichos trabajos de la siguiente forma: eliminación del estrato superior del follaje que, por efecto de sombra convierte en parásitas a las hojas inferiores, las cuales consumen más nutrimentos que los que elaboran; alta humedad constante en el suelo y su intensa actividad biológica que provoca una gran acumulación de CO₂ que, como es sabido, intensifica notablemente el proceso respiratorio de las raíces, quienes consumen así gran cantidad de nutrimentos, impidiendo su acumulación en las raíces tuberosas; las condiciones ambientales que favorecen el gran desarrollo vegetativo, son contrarias a una buena traslocación de reservas desde las hojas hacia las raíces. Las prácticas mencionadas tienden a un cierto oreamiento del suelo, lo cual disminuye la excesiva actividad biológica del mismo.

Control del gigantismo

Este fenómeno se produce en ciertas condiciones de clima y

suelo, habiendo sido observado en Tucumán en plantaciones de la variedad Brasileira Blanca. Al llegar a fines del otoño, la cosecha proporciona batatas de gran tamaño, en su mayor parte con peso mayor a un kilogramo, inaptas para su comercialización en los mercados de consumo. Sería un material útil sólo para la industria o como forraje.

El gigantismo se puede prevenir realizando muestreos desde principios del otoño, de modo que al comprobar la iniciación del proceso se pueda resolver la cosecha inmediata o la eliminación de las guías, con lo cual se paraliza la tuberización en el tamaño conveniente.

Desprendimiento de las guías

Esta fue una práctica tradicional en las regiones batateras, consistente en levantar las guías, cuando éstas han cubierto la trocha, volcándolas sobre el bordo. Tiene por objeto evitar que se arraiguen y produzcan pequeñas batatas fuera del bordo, disminuyendo los rendimientos normales.

Una investigación realizada en E.U.A., demostró que este trabajo es contraproducente pues, aparte del gasto que representa, disminuyen los rendimientos como consecuencia del deterioro de las guías durante el manipuleo.

Inhibición de la brotación de las batatas

El elevarse la temperatura primaveral y producirse las primeras lluvias (a principios de octubre en Tucumán), las batatas sin cosechar conservadas bajo tierra brotan rápidamente, haciéndose insípidas y algo fibrosas.

Buscando prolongar la buena calidad hasta noviembre. época de máximas cotizaciones, Folquer y col. (63), realizaron tratamientos otoñales (antes de las heladas), con Hidracida Maleica, en concentración de 1500 ppm. Se observó una buena inhibición de la brotación hasta fines de noviembre en las batatas formadas en la base de los bordos, pero no en las superficiales.

Paterson y col. (177) determinaron que la Hidracida Maleica inhibe la brotación cuando se la aplica en concentraciones superiores a 4000 ppm.

Poda de las guías

La extracción de guías de las plantaciones en desarrollo suele hacerse con el fin de proporcionar forraje a los animales, especialmente vacunos, o a fin de disponer de guías para realizar nuevas plantaciones.

El-Kattan (50), en cultivos de la variedad Maryland Golden, comprobó que, a los 50 días de la plantación, se pueden extraer hasta 2 guías por planta (dejando 25 cm de la base) sin causar disminución en los rendimientos.

J. C. Price (185) (cf. 48), logró determinar que podando las plantas con extracción del 100, 75, 50, 25 y 0 % de las guías, los rendimientos fueron de 11.797, 14.701, 15.609, 16.032 y 17.392 kg/ha, respectivamente, es decir que cuando la extracción no pasa del 25 %, la disminución de los rendimientos es de poca importancia.

Estos conocimientos resultan valiosos para encarar la "multiplicación geométrica", posible en los climas cálidos, donde se pueden extraer guías de las sucesivas generaciones, especialmente cuando se practica la plantación en barro en que pueden utilizarse guías o plantines desde 10 cm de longitud.

Retardadores del crecimiento

El-Fouly y col. (52) consiguieron duplicar la producción aplicando CCC (Cicocel) desde 250 a 1000 ppm, a los 75 ó 105 días de la plantación.

7. Plagas de origen animal

(59, 75, 107, 159)

A) Plagas de las raíces tuberosas

Nematodos (Meloidogyne incognita y otros)

En su estado larval, tanto el macho como la hembra miden 0.4 ó 0.5 mm de largo, momento en que penetran cerca del extremo de las raíces. Los machos mueren pronto y las hembras se dilatan debido al desarrollo de los huevos, tomando un aspecto piriforme. El ataque provoca la formación de agallas en las raíces, causando la paralización de su crecimiento. En las batatas ya formadas causan agrietamiento.

El método realmente eficaz para el control de los nematodos es el empleo de variedades resistentes tales como Brasilera Blanca, Criolla Amarilla, Tucumana Lisa, NemaGold, Centennial.

En ciertas circunstancias se puede desinfectar el suelo con nematicidas como DD, Furadán, Bromuro de Metilo, etcétera. Según varios investigadores, la batata-semilla se puede desinfectar sumergiéndola en agua a 47 °C durante 65 minutos.

Martin (131) encontró que los nematodos se eliminan de la

batata-semilla, colocándola en una corriente de aire a 50°C durante 4 a 8 horas. Igualmente pueden desinfectarse las guías o plantines sumergiéndolos 12 horas en solución de "Cynem" (0,0-diethyl 0-2-pyrazinyl phosphoro thioate) de 1: 1600 a 1: 3200 ingrediente activo. Una buena eliminación de los nematodos se consigue ya a la media hora del tratamiento.

Larvas subterráneas de insectos

E. H. Floyd (59) y E. J. Kantack (107) describieron los principales insectos del suelo que atacan a las batatas, éstos son:

1) *Gusanos blancos*: Son larvas de coleópteros, escarabeidos, caracterizadas por su color blanco, siempre encorvados, gruesos, que ocasionan lesiones irregulares y anchas en la superficie de las batatas. Varios de ellos pertenecen al género *Phyllophaga* (fig. 19).

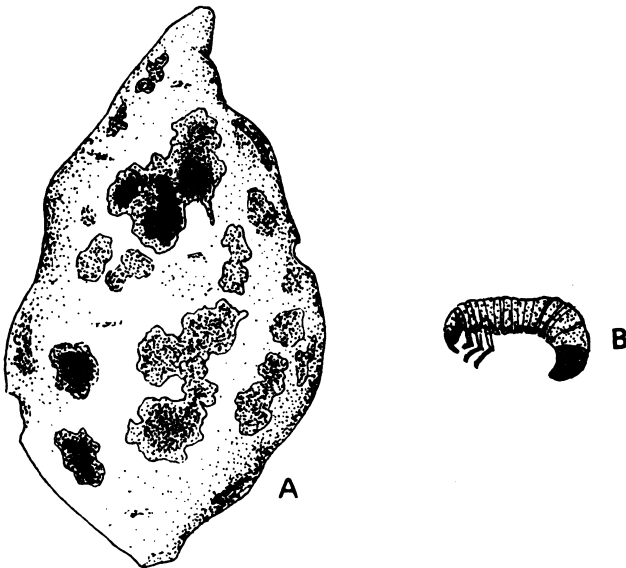


Figura 19. A) batata carcomida por el gusano blanco; B) gusano blanco (escarabeido).

2) *Larvas de crisomélidos*, del género *Diabrotica* y otros, las cuales perforan pequeños orificios y galerías en las raíces tuberosas.

3) *Gusanos de alambre*: Son coleópteros, elatéridos, cuyas larvas delgadas, alargadas, de gran consistencia perforan galerías profundas en las batatas. Los más comunes pertenecen al género *Conoderus* (94).

4) *Gorgojos*: Son coleópteros, curculiónidos, cuyas larvas ápodas excavan galerías poco profundas, pero provocan la formación de sustancias que brindan un gusto amargo a las batatas.

5) *Taladro de la batata* (*Ptericoptus acuminatus*): Es un coleóptero, elatérico, de gran difusión en el norte de Argentina, especialmente en los años de precipitaciones pluviales escasas (35, 74). El adulto mide 1,5 cm de largo, es de color pardo claro con una franja central longitudinal más oscura (fig. 20-b). Este roe la parte tierna de las guías, que son las lesiones más visibles, pudiendo causar la muerte de los ápices. Luego desova bajo la corteza, en la parte madura de las guías. Al nacer la larva se alimenta de la médula, abriendo una galería en sentido descendente hasta llegar a las batatas que perfora en sentido generalmente longitudinal. Dichas galerías facilitan la contaminación por bacterias y hongos que provocan la descomposición, dándole gusto y color desagradable, que anula su utilización incluso como forraje. El control consiste en pulverizar los viveros con Endrin 15 % a razón de 1 litro/ha (para evitar el desove de los adultos). En la plantación definitiva, incorporar en el suelo de los bordos, Heptacloro a razón de 1,5 kg/ha i.a. y luego pulverizaciones periódicas con Endrin 15 %, 1 litro/ha (para evitar el desove). También resultan eficaces los insecticidas sistémicos Metasistox, Furadán y Temic. La única variedad resistente al taladro es "Tucumana Morada".

6) Debe mencionarse, por su importancia mundial, si bien, afortunadamente, todavía no ha llegado a la Argentina, el *Piche* o *Sweet Potato Weevil* (*Cylas formicarius elegantulus* (Sum.)), coleóptero, curculiónido, considerado como una de las plagas más graves de la batata, que ha obligado a organizar estrictos cordones sanitarios y certificación de las plantas y raíces tuberosas que se transportan en E.U.A. Las primeras referencias se remontan a 1856 en la Isla de Ceilán, lo que hace pensar que su origen es asiático (30).

El adulto mide unos 6 mm de largo. Llama la atención el color azul metálico de la cabeza y los élitros, que contrastan con el anaranjado del tórax y patas.

Las larvas excavan galerías tanto en las guías como en las batatas, causando su deterioro (fig. 20-a y 21).

Se controla como el "taladro de la batata".

Akazawa y col. (2) determinaron que el ataque de las larvas del "Gorgojo de la Batata" (*Cylas formicarius elegantulus*) provoca la formación de una sustancia amarga, la ipomeamarona y dos derivados de la cumarina: escopoletina y umbeliferona. Este proceso sería análogo al causado por ciertos hongos.

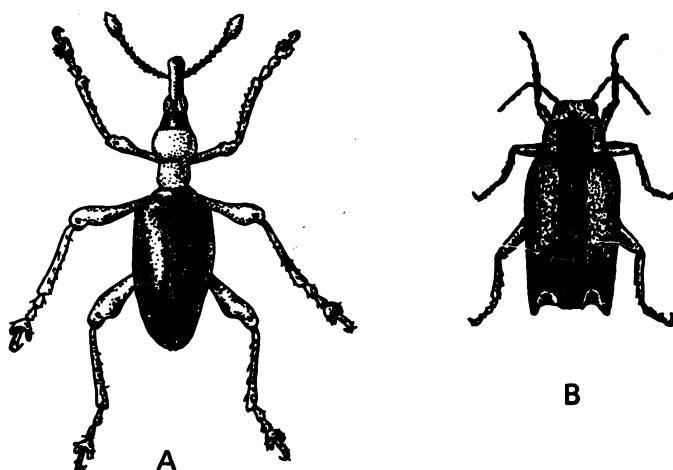


Figura 20. A) Piche o gorgojo de la batata (x 6); B) taladro de la batata (x 1,6).

Es probable que estas mismas sustancias se formen en las batatas atacadas por otras larvas, lo que provoca su rechazo hasta por los cerdos (frecuente en Tucumán).

En los años de escasas lluvias se suele difundir en Tucumán el denominado "gusano de arena", pequeño lepidóptero cuyas larvas, en colonias numerosas, de notable movilidad, llegan a vaciar completamente las batatas dejando los excrementos con apariencia de granitos de arena. Es una plaga que aún no ha sido estudiada por los entomólogos.

J. E. Roberts y col. (189) establecieron que la aplicación de insecticidas clorados al suelo o al follaje, no causan la acumulación de los mismos en las batatas, las que se mantienen dentro de las tolerancias reglamentarias. La aplicación de heptacloro, incorporado en la banda de plantación, a razón de 3 kg/ha de ingrediente activo suele ser el tratamiento más recomendado contra toda clase de insectos subterráneos.

Por supuesto que los modernos insecticidas sistémicos, Furacán y Temik, también son eficaces.

Roedores

En Tucumán es frecuente observar los daños que causan por roedores, principalmente los denominados "ratones de campo"

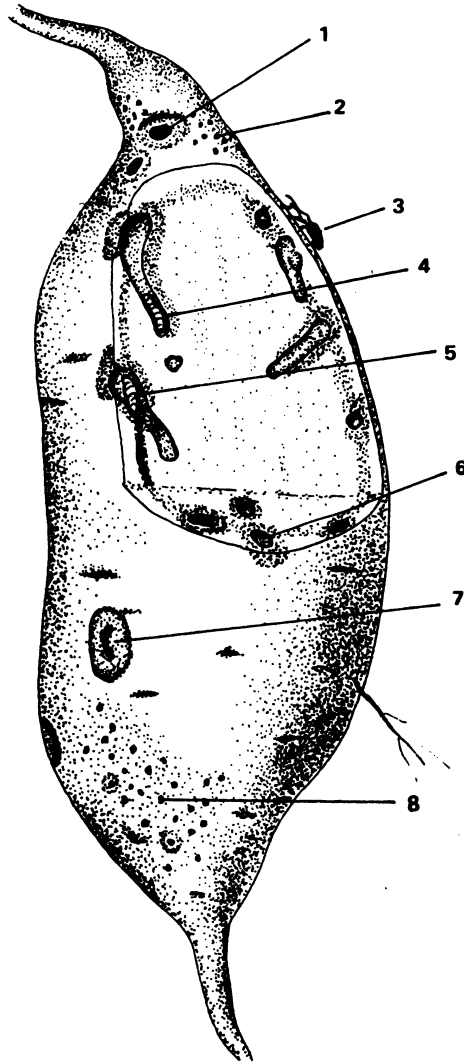


Figura 21. Batata atacada por el piche: 1 y 7) orificios de salida del piche adulto; 2 y 8) perforaciones de alimentación y desove; 3) piche adulto; 4) larva; 5) pupa; 6) galería excavada por la larva (adaptado de Cockerhan y col. , 1954).

(cricétidos) y los "ocultos" (ctenómidos) que se alimentan de las batatas. Contra los primeros se utilizan cebos tóxicos, como "polvo ratero" o la mezcla de afrecho + heptacloro, en bolsitas de papel. Los ocultos se combaten inundando las cuevas, colocando en la entrada de la misma Photoxin Bayer, inyectando Cyanogás o colocando trampas.

Dado que las ratas y ratones pueden causar grandes daños en los depósitos, se deben colocar trampas con cebos atrayentes o cebos tóxicos en la parte exterior para evitar su entrada, ya que entonces es muy difícil eliminarlos.

B) Plagas de la parte aérea de la planta

Gusanos cortadores

Al iniciarse la brotación, las plantas pueden resultar muy dañadas por el ataque de los "gusanos cortadores" o "rosquillas", especialmente el "gusano grasiento" (*Agrotis ypsilon*), que cortan los tallos y hojas, generalmente durante la noche, permaneciendo durante el día enroscados bajo tierra, en las proximidades de la planta. Son larvas de lepidópteros, noctuidos, vigorosas, que llegan hasta 4 cm de longitud, de color grisiento en la especie mencionada. Se controlan espolvoreando con heptacloro, DDT o similares, la base de las plantas.

Grillo común y grillo topo (Grillus spp. y Scapterisus spp.)

Tanto las larvas como los adultos atacan a los brotes tiernos de las batatas en forma semejante a los gusanos cortadores, controlándose en la misma forma. Son ortópteros grillidos.

Vaquita de San Antonio (Diabrotica speciosa)

Puede atrasar notablemente el desarrollo de las plantas, ya que destruye las pequeñas hojas a medida que éstas se forman. Es un coleóptero, crisomélido, de unos 6 mm de largo, de color verde con seis manchas amarillas. Se controla como los anteriores. Existen otras especies de crisomélidos que se alimentan del follaje y las larvas atacan a las raíces, siendo una de las más comunes en nuestro país la tortuguita negra (*Typophorus nigrinus*) de 5 mm.

Tortuguitas

Son diversas especies de coleópteros, coccinélidos, cuyas larvas

y adultos de forma redondeada, y colores vivos, se alimentan del follaje de las batatas.

Chicharritas verdes

Pertenecen a diversas especies, principalmente del género *Empoasca*, homópteros, jásidos, que roen y succionan el follaje, deteriorándolo gradualmente. Los adultos, de 6 a 8 mm de longitud, levantan vuelo cuando se agita el follaje.

Orugas de la hoja

Son larvas de lepidópteros, comúnmente del género *Prodenia*, denominadas "orugas cuarteadoras", que pueden destruir un alto porcentaje de las hojas, dominando durante el verano. También son frecuentes las orugas comunes de las hojas del género *Pseudoplusia*, que dominan durante las épocas avanzadas del desarrollo de las plantas.

Larvas minadoras

Shorey y col. (198) estudiaron los daños causados en la batata por el "minador de la hoja" de las convolvuláceas, en la región sur de California. Se trata del lepidóptero *Bedellia commulenta* cuyas larvas excavan galerías en los tejidos subepidérmicos de la hoja. Se controlan fácilmente con DDT, Toxaphene o Parathion. En la Argentina existen especies de acción semejante.

Moscas blancas

Son diversas especies de aleyrodidos cuyas larvas y adultos forman colonias en la cara inferior de las hojas, succionando la savia de la planta. Se controlan de igual forma que las anteriores.

Pulgones

Se ubican en la cara inferior de las hojas para succionar la savia. Una de las especies más difundidas es *Myzus persicae*. Los tratamientos con Parathion los eliminan rápidamente.

Acaros

El más difundido en las épocas de sequías es la "arañita o arañuela roja" (*Tetranychus telarius*). Los adultos que miden 1 mm de largo, suelen tejer una fina telaraña sobre las hojas y tallos. Se controla pulverizando con azufre mojable al 1,5 % o Kelthane al 2,5 por mil.

Chinches

Son heterópteros que succionan la savia de las hojas, y tallos tiernos, llegando a causar la marchitez y muerte de los mismos. Se controlan con Parathion, Endosulfan (Thiodan) o Carbaryl (Sevin).

Merece destacarse que la langosta (*Schistocerca paranensis*) que fue la plaga más grave del campo argentino hasta hace unos 30 años, no ataca a la batata, probablemente a causa del látex que impregna sus tejidos.

8. Plagas de origen vegetal

(91, 207)

A) Micoplasmas (Molicutes)

Escoba de brujas

Se caracteriza por presentar las ramas achaparradas, delgadas, agrupadas en gran número, con hojas pequeñas y flores verdes. Las plantas enfermas producen escasas batatas muy chicas. Es una enfermedad muy difundida en Taiwán y Japón, siendo transmitida por las "chicharritas" (jásidos) (215). Solamente la tetraciclina y sus derivados pueden inhibir el desarrollo de la enfermedad. En el Asian Vegetable Research and Development Center de Taiwán (212), se seleccionaron 14 variedades de batata aparentemente resistentes a los micoplasmas; las más destacadas son "Daja 380" (de Indonesia), "Yod Kao" (de Tailandia), "HM 288" (de E.U.A.), y "American Yellow Skin" (Taiwán).

B) Virus

Batata crespa (Sweet Potato Vein Mosaic Virus = *SPVMV*)

Ataca principalmente a la variedad Criolla Amarilla o Colorado, constituyendo en Argentina la enfermedad más grave de la batata. Según Mitidieri y Bianchini (154), el "encrespamiento" se viene observando en San Pedro (provincia de Buenos Aires) desde hace muchos años, coincidiendo con su presencia en La Banda (provincia de Santiago del Estero) y Colonia Caroya (provincia de Córdoba). La enfermedad afecta especialmente a los almácigos realizados con batata-semilla procedente de Santiago del Estero o de Córdoba, aún tratándose de batatas de gran tamaño. Esto indicaría que se producen infecciones tardías que no afectan el

proceso de tuberización (tal como sucede con los virus de la papa), como consecuencia de una proliferación tardía de los agentes transmisores de la enfermedad.

En general, la batata-semilla de la provincia de Buenos Aires no es portadora del virus, indicando que no existen en la región los vectores de la "batata crespa".

Los ataques de "encrespamiento" más intensos se presentan en los almácigos, en donde al emerger los brotes ya aparecen las pequeñas hojas encrespadas, de color verde-amarillento, con nervaduras más claras y, a veces, con un moteado del limbo. Los plantines enfermos crecen lentamente, presentando numerosas ramificaciones, mientras que los plantines sanos tienen un tallo único.

Si se utilizan plantines enfermos, éstos arraigan con dificultad. No obstante, la gravedad de los ataques presenta grandes fluctuaciones, existiendo casos en que el único síntoma de la virosis es un leve moteado y el follaje de un verde más claro que en los plantines sanos. El rendimiento, en estos casos es muy inferior al normal.

El control consiste en: 1) evitar el uso de batata-semilla procedente de Córdoba o Santiago del Estero; 2) eliminar del almácigo las batatas que producen brotes crespos; 3) utilizar en la plantación secciones de guías vigorosas que demuestran una buena sanidad; 4) utilizar variedades resistentes como Tuc. Lisa y Tucumana Morada.

Nome (167) determinó con precisión el virus causante de la "Batata Crespa" (*Sweet Potato Vein Mosaic Virus*) y el agente transmisor que es el pulgón *Myzus persicae*.

Nome y Salvatore (168) obtuvieron plantas de batata libres de virus mediante el cultivo de meristemas apicales.

Otros virus de la batata

Marecen destacarse las investigaciones realizadas por Hildebrand (91) en E.U.A., quien distingue tres virosis que se pueden combinar para originar una nueva sintomatología que fuera atribuida a un cuarto virus. Las tres virosis aludidas son: "corcho interno" (*Internal Corck*) (fig. 26-b); "mancha clorótica de la hoja" (*Chlorotic Leaf Spot*) y "enanismo amarillo" (*Yellow Dwarf*). Estos tres virus inoculados simultáneamente en la planta producen una virosis compleja denominada "nervaduras jaspeadas" (*Feathery Mottle Virus*). Los vectores de los dos primeros son el pulgón del duraznero (*Myzus persicae*) y el pulgón del algodónero (*Aphis gossypii*); el tercero es transmitido por la "mosquita blanca" (*Trialeurodes abutilonea*).

Estos tres virus pueden ser eliminados de las batatas mediante termoterapia.

Hildebrand (89) ideó un método para obtener líneas libres de virus. Consiste en plantar guías de batata en macetas de unos 15 cm de diámetro, colocarlas luego en cámara iluminada a temperatura entre 35° y 41°C. Cada dos meses se extraen puntas de brotes que se dividen en secciones de dos nudos, las cuales se hacen enraizar en arena. Seguidamente se llevan a macetas de unos 10 cm de diámetro y se dejan crecer durante un mes, período en que ya se pueden diferenciar las plantas libres del virus. Hildebrand propuso como método estándar para obtener plantas libres de virus la colocación de los nuevos brotes en cámara caliente a unos 38 °C durante 6 meses.

Como métodos generales para el control de los virus en batata se recomiendan los siguientes: 1) tratamientos contra insectos vectores; 2) plantar el material sano a una distancia mayor de 100 metros de las plantaciones infectadas, 3) destrucción de las plantas enfermas; 4) utilización de variedades resistentes como Tucumana Lisa y Tucumana Morada.

En los trabajos tendientes a la creación de nuevas variedades resistentes a los virus se practica el injerto de púas de los nuevos *seedlings* sobre los brotes de plantas enfermas. Gaafar (73) ideó, con la misma finalidad, el injerto de las púas directamente sobre las raíces tuberosas, en las cuales se hacen cortes profundos; luego se protege el corte y la base de la púa con plastilina, para facilitar la cicatrización. Pueden hacerse hasta 20 injertos en una sola batata.

Para comprobar clones libres de virus se realiza la injertación sobre *Ipomoea setosa*.

C) Hongos (48, 156, 207)

Peste negra (Plenodomus destruens Harter)

Se la denomina *foot rot* en la bibliografía inglesa (152, 153). Es un hongo que se difunde a través de la batata-semilla de los almácigos de donde pasa a los plantines; éstos se pueden afectar en el mismo almácigo o luego del trasplante, por la contaminación a través del agua en que los remojan.

La "peste negra" se manifiesta por el escaso desarrollo y el color bronceado-violáceo de las hojas; posteriormente la planta se seca. Las raíces tuberosas presentan podredumbre seca que se inicia en el extremo proximal. En las batatas conservadas en los silos, la enfermedad sigue avanzando, adquiere un color negruzco y consistencia leñosa.

Es una enfermedad que causó grandes pérdidas en el sur de

Santa Fe y NO de la provincia de Buenos Aires. Según Mitidieri y Bianchini (152), este hongo se controla: 1) desinfectando la batata-semilla con Agrosan o Granosan; 2) seleccionando los plantines que se extraen en los almácigos o camas; 3) sumergiéndolos en soluciones que contienen los siguientes fungicidas: Captan (P M 50%), a razón de 250 g/100 l de agua; Duter 20 (P M 20 %) 200 g/100 l; Brestán 60 (P M 50 %) 60 g/100 l; Diclone (Anaquinon P M 50 %) 100 g/100 litros.

Martin y col. (132) por su parte recomiendan el Thiabendazole.

Fusariosis o marchitez (*Fusarium oxysporum f. batatas, con dos razas bien diferenciadas*)

Causa la marchitez y muerte del follaje. El micelio del hongo se difunde a través del sistema vascular en el que produce un color marrón y luego negruzco, por necrosis del cilindro fibro-vascular.

Si bien se puede realizar un buen control mediante la aplicación de fungicidas sistémicos como Benomyl (164), lo realmente práctico y económico es el empleo de variedades resistentes como Brasileira Blanca, Goldrush, Tucumana Lisa.

Podredumbre superficial (*Fusarium oxisporum Schlecht*)

La enfermedad se caracteriza por lesiones deprimidas, redondeadas, marrones, en las raíces tuberosas que, generalmente, no profundizan más allá del anillo vascular. Las lesiones son parecidas a las de "podredumbre negra". Las necrosis pueden abarcar una gran parte de la superficie de las batatas, luego de 4 ó 5 meses de conservación en depósito o en el suelo, pudiendo llegar a causar la momificación de las raíces tuberosas (fig. 22).

Se controla practicando la rotación de los cultivos; seleccionando y desinfectando la batata-semilla; sumergiendo los plantines en solución de Benlate al 1 ‰ y aplicando la misma en la línea de plantación unos 40 días después.

Martin y Person (130) informan que esta especie de *Fusarium* no produce los mismos síntomas que la fusariosis típica.

El autor encontró ataques de podredumbre superficial en plantaciones de Tucumana Lisa en Tucumán.

Podredumbre húmeda (*Rhizopus stolonifer (Ehr. ex Fr.) Lins.*)

Esta enfermedad fue estudiada por Hauman Merk en la Argentina, en 1914, determinando que el agente causal es *Rhizopus nigricans* Ehr. Es frecuente en los suelos con exceso de humedad o

en los depósitos cuando no se practicó la “curación” para cicatrizar las heridas producidas durante la cosecha. La parte afectada se cubre de un moho negruzco, abundante, que causa la descomposición de las batatas, con derrame de un líquido, a que alude el nombre de la enfermedad. Suele causar importantes pérdidas durante la comercialización.

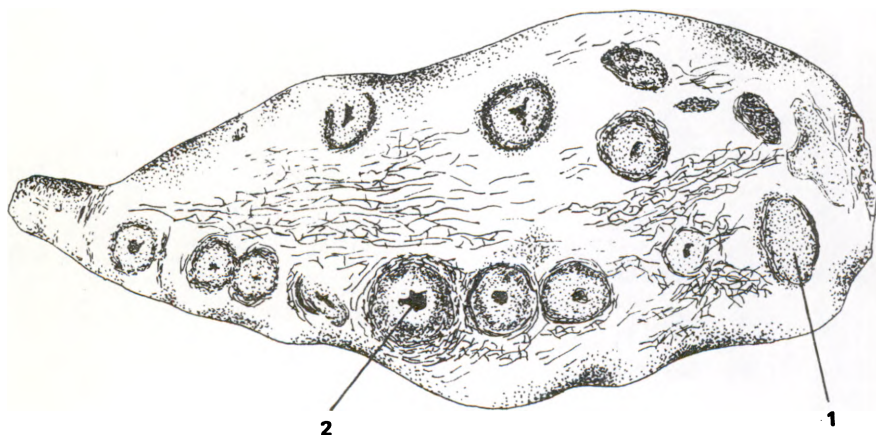


Figura 22. Podredumbre superficial: 1) mancha depresiva; 2) depresión con rotura central de la piel (adaptado de Harter y Weimer, 1955).

Una variante de la enfermedad es la “podredumbre en anillo o collar” que se presenta como una depresión que lentamente va avanzando hacia el extremo de las batatas. Esta variante se presenta en ambientes húmedos con temperatura baja.

La “curación” de las batatas y un ambiente de humedad no excesiva en los depósitos evita la difusión de la enfermedad, que fácilmente pasa de una a otra batata a través del contacto.

Según Kushman (115), resulta eficaz el tratamiento con SOPP (sodium 0-phenylphenate tetrahydrate) después de la cosecha.

Podredumbre del suelo, (Streptomyces ipomoea)

La planta queda enana con hojas chicas de color verde pálido. Las batatas presentan necrosis de 1 a 3 cm de diámetro, al principio cubiertas con la piel, que luego desaparece dejando la cripta abierta. Se controla disminuyendo el pH del suelo mediante aplicaciones de azufre, rotación de cultivos, empleo de batata-semilla libre de la enfermedad y utilización de variedades resistentes como Jasper (fig. 23).

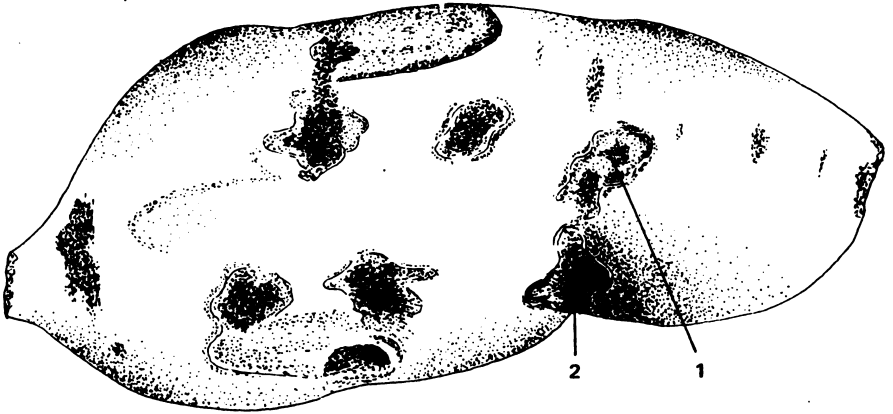


Figura 23. Podredumbre del suelo: 1) lesión superficial; 2) lesión profunda (adaptado de Harter y Weimer, 1955).

Podredumbre negra (*Ceratocystis fimbriata*)

En las batatas se producen manchas negruzcas redondeadas que se pueden extender hasta cubrir gran parte de la raíz tuberosa. Con frecuencia aparecen, en el centro de la mancha, los cuerpos fructíferos del hongo, formando círculos de 0,5 a 1 cm de diámetro. Se controla practicando rotación de cultivos durante más de dos años y utilizando variedades resistentes como Norin 1 (japonesa). Se debe producir la batata-semilla a partir de guías y no de plantines que pueden ser portadores del hongo. Martin (132) consiguió un excelente control tratando la batata-semilla con Thiabendazole (60 % WP) de 0,2 a 0,4 % (fig. 24).



Figura 24. Podredumbre negra: 1) círculo central con esporos del hongo; 2) mancha negra rodeando a la anterior (adaptado de Harter y Weimer, 1955).

Mancha o costra de la corteza (Monilochaetes infuscans)

Este hongo se desarrolla exclusivamente en los tejidos epidérmicos de las batatas donde produce manchas castaño-oscuro que se pueden extender hasta cubrir casi completamente la superficie de las raíces tuberosas. Si bien desmejora su aspecto, no afecta a la calidad ni el rendimiento de la producción (fig. 25).

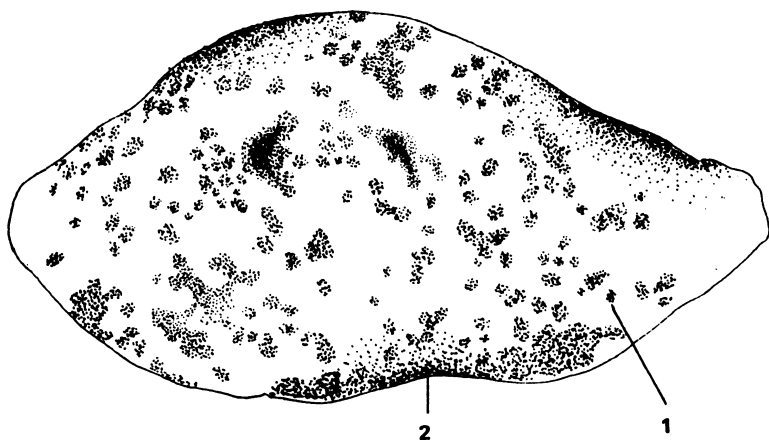


Figura 25. Mancha de la corteza: 1) pequeñas manchas iniciales; 2) mancha extendiéndose sobre la superficie de la batata (adaptado de Harter y Weimer, 1955).

Dadas las típicas características de la enfermedad, puede afirmarse que se ha presentado desde hace muchos años en Tucumán, sobre la variedad Brasileira Blanca, habiéndose llegado a comercializar como una nueva variedad denominada Batata Negra.

Según Mitidieri, I. (156), la "costra de la batata" se difundió en la región norte de la provincia de Buenos Aires desde 1969, al generalizarse la instalación de lavaderos para limpiar las batatas antes de remitirlas a los mercados.

Se controla igual que la podredumbre negra.

Rhizoctonia (Rhizoctonia violacea)

Se caracteriza por los micelios de color púrpura que recubren el cuello de la planta y se extienden hasta las raíces tuberosas en las cuales producen putrefacción. Se observó en Tucumán en suelos fértiles o con alta acidez. Debe aplicarse cal al suelo con el objeto de evitar la proliferación del hongo.



***Raíz rosada* (*Sclerotium rolfsii*)**

Según Mitidieri y Bianchini (152), se ha difundido en el litoral de Argentina sin llegar a tener una gran importancia económica. Se manifiesta por necrosis y desintegración de los tejidos de la base del tallo y parte de la raíz, que toman un color rojizo-pálido a que alude su nombre. La parte afectada se cubre de abundante micelio filamentoso blanco, salpicado por los esclerotos esféricos del hongo, de color blanquecino a castaño claro.

Puede controlarse tratando las plantas con Benomyl (Benlate al 1 por mil).

***Podredumbre blanda* (*Sclerotinia sclerotiorum*)**

Según Mitidieri, I. (156), la enfermedad se manifiesta como una podredumbre húmeda y blanda en uno de los extremos de la batata, hasta que la totalidad queda cubierta por una masa de esclerotos esféricos, negros y brillantes. La batata-semilla infectada produce plantines con necrosis en la región del cuello, causando una clorosis, marchitez y muerte de los mismos.

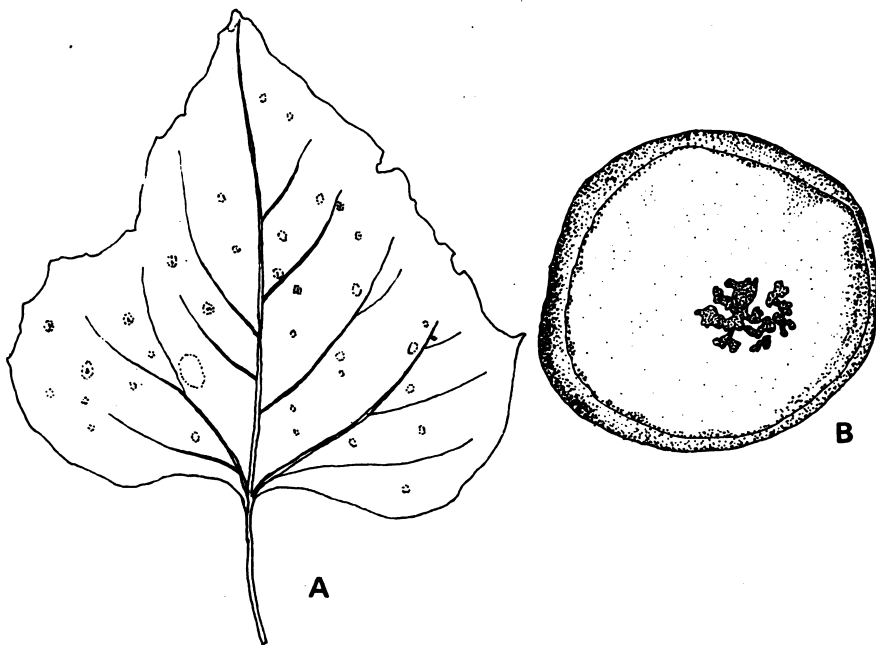


Figura 26. A) Viruela de la hoja; B) corcho interno (adaptado de Harter y Weimer, 1955).

Viruela de la hoja (*Septoria bataticola*)

Se manifiesta como pequeñas manchas circulares blancas, de escasos milímetros de diámetro, en la cara superior de las hojas. En las manchas suelen aparecer pequeños puntos negros, que son las fructificaciones del hongo. La viruela no llega a tener importancia económica (fig. 26-2).

Roya blanca (*Albugo ipomeae-panduratae*)

Se presenta en forma de pústulas blancas en la cara inferior de las hojas, especialmente en años muy lluviosos. No causa daños de importancia económica, de modo que se prescinde de las medidas de control. Es muy frecuente en la variedad Brasileira Blanca.

9. Enfermedades fisiogénicas

Agrietado (cracking)

Ya se mencionó el agrietamiento provocado por los ataques de nematodos. Aquí nos referiremos al agrietado por causas no parasitarias.

L. E. Scott (192) enumeró los factores que consideraba determinantes del agrietado de la forma siguiente: 1) condiciones climáticas, principalmente el régimen de lluvias; 2) fertilidad del suelo y aplicación de ciertos fertilizantes; 3) distancia de plantación (en relación inversa); 4) fecha de plantación (relacionada con las condiciones climáticas); 5) utilización de plantines o guías (estas últimas favorecerían el agrietamiento).

El-Kattan y col. (51) determinaron que el *cracking* es la ruptura de los tejidos exteriores inactivos que no pueden seguir el ritmo de crecimiento del anillo vascular en expansión. Seguidamente se produce la actividad de los meristemas accidentales que cicatrizan la superficie de las grietas. Se consideran que las principales causas del *cracking* son: 1) largos períodos de sequía durante el verano; 2) temperatura baja al fin del período de crecimiento, la cual retarda la actividad y expansión de los tejidos superficiales de las batatas; 3) ciertas características histológicas que proporcionan condiciones de resistencia o susceptibilidad al agrietado.

En síntesis, podemos decir que el agrietado se produce por una expansión de los tejidos interiores sin la correspondiente de los exteriores. Esto es provocado principalmente por una gran

hidratación y turgencia de las batatas, por abundante humedad en el suelo, seguida por una deshidratación rápida de los tejidos exteriores causada por la desecación del suelo o la alta presión osmótica originada en una abundancia de sales solubles (de fertilizantes o salitre).

Se controla evitando los cambios bruscos en la humedad del suelo, mediante el uso oportuno del riego y utilizando variedades resistentes como Tucumana Lisa, Tucumana Morada y Centennial. El-Kattan (50) consiguió disminuir el agrietado, pulverizando las plantas con ácido naftalene-acético.

Escaldadura

Es causada por los "golpes de sol" o por las heladas. La superficie de las batatas, que ha quedado expuesta a dichos factores, luego de la cosecha o a través de las grietas del terreno, se ablanda y posteriormente se descompone, por lo que deben ser consumidas y comercializadas de inmediato.

Se evita el daño cubriendo las batatas cosechadas con pasto o guías. Las grietas de los bordos sin cosechar se deben cerrar pasando una rastra de dientes.

Decaimiento interno (internal breakdown)

La pulpa de las batatas se hace esponjosa y luego se descompone, como consecuencia de las bajas temperaturas por encima de 0 °C. Kimbrough (111) determinó que no hay influencia de la primera helada otoñal que destruye el follaje, sino que el "decaimiento interno" es causado por el mantenimiento de la temperatura del suelo o del depósito por debajo de 10 °C. El deterioro es rápido cuando la temperatura desciende de los 4 °C, durante el transporte o en el depósito; a las 2 ó 3 semanas se presentan depresiones en la superficie, en relación con los tejidos esponjosos y de color marrón.

Corazón duro (hardcore)

Es un fenómeno frecuente en la región batatera del litoral de Argentina. Consiste en un notable endurecimiento de la pulpa de las batatas, que no se ablanda ni aún con largo tiempo de ebullición u horneado, resultando inaptas para el consumo. Suele denominárselas "batatas heladas".

Según Buesher y col. (24), el "corazón duro" en los cultivares susceptibles, se produce cuando las batatas se colocan durante 5 días a 1,7 °C y luego 2 días a 21 °C. Daines y col.

(38) determinaron que el "corazón duro" se produce cuando las batatas se mantienen durante dos días a 6 °C.

En la región de San Pedro (provincia de Buenos Aires) la variedad Colorada se comportó como susceptible, presentándose como resistentes Tucumana Lisa y Tucumana Morada.

10. Enfermedades de la nutrición (17, 28, 77, 96, 194)

En forma sintética se describen los síntomas de deficiencias nutricionales causadas por carencia de elementos químicos esenciales en el suelo, o como consecuencia de efectos antagónicos por exceso de alguno de ellos. Como es lógico, no se mencionan los elementos organógenos, C, O e H, siempre disponibles.

Debido a que el sistema radicular de las plantas de batata penetra hasta cerca de 2 metros de profundidad, las deficiencias suelen presentarse sólo durante el primer período de crecimiento.

A continuación enumeraremos los síntomas más característicos de las deficiencias.

Nitrógeno

Se retrasa el crecimiento; las hojas de color verde-pálido varían a verde-amarillento y amarillo, con áreas necróticas. Los pecioloş son más cortos que en las hojas normales. Se controla pulverizando con urea foliar al uno por mil. Debe abonarse con nitrato de amonio u otro nitrogenado.

Fósforo

Existe un retraso en el crecimiento. Las hojas jóvenes son verde-oscuras. Las hojas maduras presentan áreas cloróticas y manchas necróticas. Se produce una defoliación prematura. Su control se realiza aplicando superfosfato.

Potasio

Es el elemento de mayor importancia para el desarrollo de la batata. Su deficiencia se manifiesta en las hojas viejas por el borde grisáceo; las hojas activas se vuelven amarillas, comenzando por el borde, seguido de necrosis del mismo y rizamiento de la lámina. Se

reduce el crecimiento y hay defoliación prematura. Las batatas resultan largas y delgadas. Se debe abonar con cloruro de potasio u otro fertilizante potásico.

Calcio

Las hojas se presentan verde-pálidas. Las 4 ó 5 hojas basales se vuelven rojas con sus nervaduras grisáceas. En las áreas cloróticas aparece un moteado negro con posterior necrosis. Se controla pulverizando repetidamente con cloruro de calcio al 0,6 por mil. Se deben encalar los suelos.

Magnesio

Los espacios internerviales de las hojas se vuelven verde-pálidos y luego amarillos, pero las nervaduras se mantienen verdes. Suele producirse la curvatura de los bordes de la hoja. Los síntomas aparecen primero en las hojas viejas. El control se realiza pulverizando con sulfato de magnesio.

Hierro

Los espacios internerviales de las hojas se vuelven cloróticos. Es una deficiencia frecuente en suelos calcáreos en los cuales se produce la insolubilización de las sales de hierro. Se controla pulverizando con sulfato ferroso o quelato de hierro.

Manganeso

Los síntomas de la deficiencia de este elemento son similares a los del hierro; pero es un proceso más lento. Aparecen manchas necróticas sobre las hojas. Se controla pulverizando con sulfato de manganeso.

Boro

El borde de las hojas se vuelve amarillo pasando luego a gris, produciéndose el encurvamiento del pecíolo. El ápice de las guías se retuerce o contrae, presentando entrenudos muy cortos. Las hojas viejas se vuelven coriáceas. En casos extremos, aparecen manchas necróticas oscuras en la pulpa, próximas al anillo del cámbium. Se controla pulverizando con borato de sodio (169).

Se transcribe a continuación un cuadro, adaptado de Cibes y Samuels (28), en que se muestran los efectos de las distintas deficiencias de elementos en los rendimientos del cultivo.

<i>Solución</i>	<i>Gramos de guías</i>	<i>Gramos de batatas</i>	<i>Número de batatas</i>
Completa	392	717	13,7
Sin N	36	3	1,0
Sin P	56	21	6,7
Sin K	212	14	2,7
Sin Mg	370	451	8,0
Sin Mn	246	70	1,7
Sin Fe	145	0	0,0
Sin B	604	608	6,3

Llama la atención la influencia diferencial de los elementos químicos en el desarrollo de las guías y de las batatas. Un caso especial es el efecto de la carencia de boro, la cual provoca un notable incremento en el desarrollo de las guías, muy por encima del testigo.

La salinidad del suelo provoca disminución del crecimiento, tanto de las guías como de las batatas.

Greig y col. (77) establecieron que la presión osmótica en la solución del suelo no debe ser superior a una atmósfera.

11. Cosecha

El potencial de producción de la batata es extraordinario, especialmente en las regiones tropicales donde encuentra su hábitat natural. Según Wilson (236), en el trópico, la batata puede proporcionar hasta tres cosechas sucesivas por año, lo cual representa un enorme volumen de producción por unidad de superficie.

Si comparamos la producción potencial de las mejores variedades de los cuatro cultivos más importantes en las regiones tropicales, nos encontramos con los siguientes valores:

Batata	200 t/ha/año.
Mandioca	140 t/ha/año
Arroz	80 t/ha/año
Maíz	50 t/ha/año

Las cifras indicadas explican que se considera a la batata como básica para resolver el déficit de alimentos en los países

orientales con grandes concentraciones humanas, donde se consumen no sólo las raíces tuberosas sino también los brotes tiernos, ricos en proteínas.

Nos referiremos seguidamente a la época, procedimiento y tipificación de la cosecha.

Epoca

Los agricultores consideran que las batatas están “maduras” o que han entrado “en agoste” (Perú), cuando el follaje de la planta adquiere un tono verde-pálido. Es el momento en que las batatas tienen la mejor presentación de mercado y la mayor conservación y resistencia al manipuleo.

En las variedades precoces, tales como Criolla Amarilla, Centennial y Tucumana Lisa, la maduración de cosecha se produce a los cuatro meses de la plantación, mientras que las variedades tardías, como Brasilera Blanca y Tucumana Morada, requieren 4,5 a 5 meses. Dichos plazos se alargan en las plantaciones muy tempranas, ya que la planta se desarrolla en un período más fresco.

En regiones que poseen inviernos húmedos, como el litoral argentino y el este norteamericano, la cosecha debe hacerse antes de las heladas, pues si se dejan las batatas en el suelo, éstas se pudren totalmente. En cambio, en las regiones con invierno seco, como en el centro y norte de Argentina, la cosecha se hace gradualmente, de acuerdo con la demanda de los mercados o de las industrias.

Al hablar de las épocas de plantación hicimos referencia a las épocas de cosecha correspondientes. En relación con la producción en la provincia de Tucumán, podemos dividir la cosecha de la siguiente forma:

- 1) *Primicia*, corresponde a las plantaciones de fines de agosto y setiembre, que se cosechan en enero y febrero. Experimentalmente se obtuvieron primicias mediante plantaciones “extratardías” de marzo y abril.
- 2) *De estación*, originadas en las plantaciones de octubre, noviembre, diciembre y enero, que se cosechan desde marzo hasta noviembre.

Miller (144) define como cosecha temprana la que se realiza a los 100 días de la plantación, que suele obtener los mejores precios, aunque sacrificando los rendimientos. En los ensayos con las variedades Unit I Porto Rico, Goldrush y Earlyport, cosechadas a los 100 días, obtuvo rendimientos promedio de 2.500, 4.200 y 5.500 kg/ha, respectivamente.

Procedimiento

El sistema tradicional de cosecha consiste en eliminar las guías; si éstas están verdes se utilizan guadañas o machetes, o se pasa una rastra de dientes si las guías ya se secaron.

Se puede destruir el follaje verde pulverizando con un herbicida como Gramoxone o dinitro-butyl-phenol (Dow General Wood Killer), unos diez días antes de la cosecha (143); sin embargo pueden existir dificultades para la eliminación de las guías secas.

Seguidamente se hacen 2 ó 3 pasadas de arado, para "destapar" las batatas. También puede usarse un arado surcador (doble vertedera) con patín y disco cortador de las guías, lo que evita que éstas traben el arado. También se puede hacer un corte de las guías en el filo del bordo, utilizando un machete.

En suelos sueltos (Santiago del Estero) se utiliza un arado grande que voltea totalmente el bordo con una sola pasada.

A medida que se destapan las batatas, se van juntando, formando filas de montones que reúnen la producción de 4 bordos. Para evitar las escalduras por golpes de sol, se cubren los montones con pasto o con guías de la misma plantación. Se recomienda no dejar las batatas expuestas al sol, en días calurosos, durante más de 30 minutos.

En otros países se utiliza una máquina con cuchillas rotativas para cortar las guías de dos bordos, semejante a la "podadora de cepas" de la caña de azúcar.

La arrancada o destapado de la batata se hace con un arado grande con vertedera cortada de modo que la tierra cae sobre una espiral metálica giratoria que pone al descubierto las batatas (207).

Pero el equipo más avanzado es la cosechadora combinada que arranca, limpia y eleva las batatas por una conductora sinfín, presentando el material ante los obreros que clasifican y encajonan. Los cajones se pasan a un acoplado arrastrado por la misma cosechadora. Dicha máquina fue perfeccionada en la Universidad de Louisiana (183).

Tipificación

En Argentina todavía no se han fijado normas oficiales estrictas para tipificación de las batatas destinadas a mercado, manteniéndose los dos tipos comerciales tradicionales que son: *batatas blancas*, con epidermis blanco-cremosa y carne blanca o crema, y *batatas coloradas*, con epidermis colorada y carne amarilla.

La clasificación se realiza en el campo, a mano, eliminando la

tierra adherida, separando por un lado la batata "de entrega" y "la de descarte". En esta última se incluyen los batatines (menores de 50 a 100 gramos, según su forma), los batatones (mayores de 1 kg), batatas partidas, "picadas" por insectos del suelo, las podridas o con lesiones de enfermedades y las muy afectadas por grietas.

Seguidamente se envasan en bolsas de 28 a 30 kg, que son las más comunes en el litoral, o de 55 a 60 kg, que es la normal en el norte del país. Al llenar las bolsas se las sacude para acomodar las batatas con cierta presión y seguidamente se "da la vista", colocando en la boca de las bolsas batatas elegidas. A continuación se realiza "la cosida" con piolín, formando un enrejado tirante. En esta forma, las bolsas se mantienen rígidas durante los días de comercialización. Las bolsas flácidas sufren descuentos en su cotización.

El descarte, si no está muy deteriorado, se utiliza en la alimentación de vacunos, cerdos o animales de trabajo.

El batatín es el material utilizado tradicionalmente para la preparación de los viveros de multiplicación. Actualmente se comenzaron a utilizar con dicha finalidad batatas seleccionadas de tamaño mediano, tal como lo recomienda la técnica moderna. Una vez retirada la cosecha del campo, se pasa una rastra de dientes, para poner al descubierto las batatas que quedaron disimuladas o tapadas en la tierra.

En E.U.A., las batatas clasificadas en el campo o en las cosechadoras, se colocan en cajones de madera con capacidad de un bushel (25 kg), evitando golpearlas, los cuales se llevan a los depósitos para su curación y conservación, o se lavan, enceran y colorean en *packinghouse*, remitiéndolas directamente a mercado.

Al tratar el mejoramiento (pág. 50) se describieron los estándares de tipificación en E.U.A.: 1) US extra N° 1 (Fancy); 2) US N° 1; 3) US N° 2, que quizás nos sirva de modelo para el futuro perfeccionamiento de la tipificación de la batata en la Argentina.

12. Almacenamiento

En la región del centro y norte de la Argentina, con inviernos secos y templados, las batatas se conservan bien bajo tierra, de modo que la cosecha se lleva a cabo gradualmente, sin necesidad de un almacenamiento especial, de acuerdo con las conveniencias del agricultor.

En la región del litoral argentino, con inviernos húmedos y fríos, se hace necesario efectuar la cosecha en otoño, almacenándola en "silos" o "pilas".

Las "pilas" tradicionales se construyen de la siguiente forma: 1) en un lugar alto del campo, se prepara la base de la pila de forma rectangular, con 20 a 30 m de largo por unos 2 m de ancho,

que se cubre con paja de sorgo o maíz; 2) las batatas embolsadas se vacían sobre dicha base, utilizando un tablón que se apoya en la "chata" o carro de transporte y en un caballete; en esta forma se van acumulando las batatas formando una pila de sección triangular de aproximadamente 1,20 m de altura; 3) se cubren las batatas con una capa de paja de sorgo o lino, de unos 20 cm de espesor; 4) finalmente, se cubre todo con unos 10 a 15 cm de tierra, dejando "troneras" de ventilación, a los costados y en la parte superior, las cuales se cubren con chapas.

Se produce elevación de temperatura y condensación de humedad, que se controla abriendo las troneras. Esta condición contribuye a la "curación" de las batatas y a su mejor conservación posterior.

En las "pilas" descritas, normalmente hay una pérdida del 30 % de las batatas almacenadas.

Actualmente, de acuerdo con ensayos realizados en la Estación Experimental Agrícola del INTA en San Pedro (Prov. de Buenos Aires), la cobertura de tierra de las pilas se reemplazaron por una lámina de polietileno, que se puede levantar rápidamente para una oportuna regulación de la temperatura y humedad de la pila.

En E.U.A., donde se han desarrollado las técnicas más avanzadas para el almacenamiento, el proceso comprende las etapas de curación y conservación (33, 36, 110, 161, 182, 195, 207).

A) Curación (curing)

Tiene por objeto provocar la cicatrización de las lesiones causadas por la cosecha, con lo cual se evita el ataque de microorganismos que provocan putrefacción, evitándose también la pérdida de humedad y la mayor intensidad respiratoria ocasionada por las heridas.

Una buena "curación" se consigue colocando las batatas en depósitos, durante 4 a 7 días a temperaturas entre 27° y 30°C, manteniendo una humedad relativa del 85 al 90 % (160). Si la temperatura se eleva a 31,5°C, la curación se puede realizar en 3 a 5 días.

Morris y Mann (161) determinaron las ventajas de la curación durante dos semanas a 30°C y alta humedad, sobre las tradicionales *field pile* de California o con el almacenamiento en depósitos comunes. Comprobaron que se reduce la putrefacción con lo cual disminuye el manipuleo y el trabajo de clasificación al fin del almacenamiento. Las batatas curadas tienen mejor apariencia, periderma más grueso y una completa suberización de las heridas. Tiene poco efecto en el contenido en materia seca y azúcares de las batatas.

McClure (134) determinó que hay una acumulación de ácido clorogénico en las células adyacentes a una herida, antes de iniciarse la suberización y la formación del periderma cicatricial. El proceso de suberización incluye el de lignificación pues en los tejidos de las superficies cicatrizadas hay cinco veces más lignina que en los tejidos sanos.

B) Conservación

Según Thompson y Beattie (216), en 1912 se construyeron los primeros depósitos para la conservación de batatas en Mississippi y Alabama, con tan buen resultado que rápidamente se difundieron por toda la región productora.

Numerosas investigaciones demostraron que la mejor conservación se conseguía manteniendo la temperatura entre 13° y 15,5 °C con la misma humedad que para la curación (85 a 95 %).

Si la temperatura baja de 10 °C, se produce el “decaimiento interno”, ya mencionado en “Enfermedades fisiogénicas”. Si por el contrario, sube de 15 °C, provoca la brotación de las batatas, las cuales se vuelven fibrosas e insípidas.

Las buenas condiciones de conservación indicadas hacen que, durante los primeros meses, la calidad de las batatas vaya en aumento, debido a la acumulación de azúcares, por sacarificación de los almidones y baja actividad respiratoria, que disminuye el consumo de glúcidos.

A los 6 meses de conservación, las batatas pierden el 18 % de su materia seca, pero mantienen el porcentaje normal de humedad, ya que su pérdida se compensa por el agua de la reacción respiratoria.

Para evitar la brotación de las batatas en depósito, cuando la temperatura es superior a la recomendada, se distribuyen tiras de papel embebidos en EMANA (éster metílico del ácido naftaleno acético) a razón de 40 cc de producto comercial por cada 100 kg de batata.

En los últimos años (48) los depósitos poseen sus cámaras de curación independientes de las de conservación, consiguiéndose una economía en la construcción del conjunto. Las cajas o cajones (de 25 kg) se estiban sobre plataformas huecas de madera (*pallets*) que permiten el rápido manipuleo mecánico mediante tractores con horquillas de levante hidráulico (*forklift*).

En las condiciones recomendadas para el almacenamiento, las batatas llegan en buenas condiciones hasta los nueve meses después de cosechadas.

13. Comercialización (115, 116, 183)

Durante los últimos años en Argentina, gran parte de la producción de batatas fue absorbida por la industria del dulce o crema de batata, la cual adquiere el producto sin seleccionar, preferentemente de la variedad Criolla Amarilla.

El consumo directo se vio restringido notablemente debido a los elevados precios, consecuencia de la disminución de la producción, por malas condiciones climáticas, en las principales zonas productoras de esta hortaliza.

Con respecto a las modalidades de comercialización, la misma estuvo regida, durante muchos años por el Decreto Nacional N° 25811/45 modificado por el N° 4349/47, que reglamentaban la misma.

Según dichas reglamentaciones, la batata se debe comercializar en bolsas de "boca cerrada", llevando una etiqueta no menor de 5 x 10 cm, cosida a una oreja de la bolsa, en donde debe consignarse: especie, color (blanca o colorada), lugar de origen, contenido neto (con tolerancia del 4 %) y la leyenda Industria Argentina, en letras no menores del décimo de la altura de la etiqueta.

A pesar de la mencionada reglamentación, en Tucumán siempre se ha comercializado en bolsas con "boca abierta", con el objeto de dar una "gran vista" con batatas grandes seleccionadas, que se sujetan hábilmente mediante una cosida entrecruzada de piolín. Esta modalidad hace que las bolsas (generalmente ex-trigo, es decir, ya usadas) pesen entre 55 y 60 kilos.

En el litoral argentino se impuso la bolsa chica, de 25 a 30 kg con boca semicerrada, dando una "pequeña vista". En esta zona se está generalizando la instalación de "lavaderos" que limpian y secan las batatas antes de embolsarlas.

Durante el período noviembre-enero, durante el cual la producción de Argentina se agota, quedando sólo las batatas rebrotadas de baja calidad, se realizan importaciones procedentes del Paraguay, en su mayor parte de la variedad Brasileira Blanca, que viene envasada en cajones "tipo manzana" con leyendas indicadoras en los cabezales.

En los supermercados se ha generalizado la venta al público en bolsas de polietileno perforado (para ventilación) con pesos de 1 a 5 kg en donde se envasan las batatas previo lavado.

Como ejemplo de modalidades más perfeccionadas de comercialización mencionaremos las normas que rigen en E.U.A., y que podemos sintetizar en la siguiente forma:

Las batatas conservadas en depósito, o llevadas directamente del campo, son recibidas en *packinghouse* en donde son lavadas, con ayuda de cepillos especiales y desinfectadas contra "podredumbre húmeda" aplicando "Botran", o contra ésta y "podredumbre negra" y *Fusarium* utilizando SOPP (orto-fenil-fenato de sodio).

A continuación se las seca con aire caliente y se las clasifica mecánicamente, complementando con una selección manual, de acuerdo con los estándares recomendados por el Gobierno Federal (U.S.D.A., 1963), que establecen cuatro grados: US Extra N^o 1, US N^o 1, US Commercial y US N^o 2. En todos ellos se exige que las batatas sean firmes, lisas, limpias y libres de daños por enfermedades, insectos, grietas, escaldaduras por frío o decaimiento interno.

En algunas instalaciones se agrega el teñido, para uniformar el color rojo de la piel, y el tratamiento con cera emulsionada para mejorar el aspecto de las batatas y prolongar su conservación.

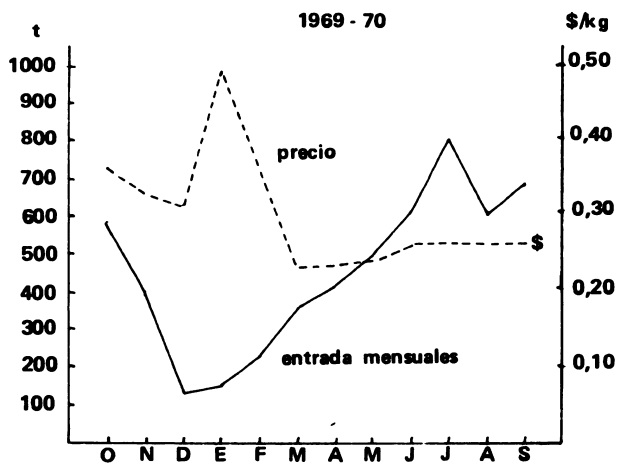
Finalmente, se empacan en cajones o cajas de cartón corrugado con capacidad de un bushel (25 kg), que llevan leyendas indicando su origen, grado de la tipificación y cierta propaganda. En los envases se acondiciona la capa superior de las batatas para "dar la vista".

Suele recomendarse practicar el "recurado" de las batatas empacadas, colocándolas 2 días a 30 °C y 70 a 75 % de humedad, para cicatrizar las pequeñas heridas producidas en el *packinghouse*, evitando el deterioro durante el transporte y comercialización.

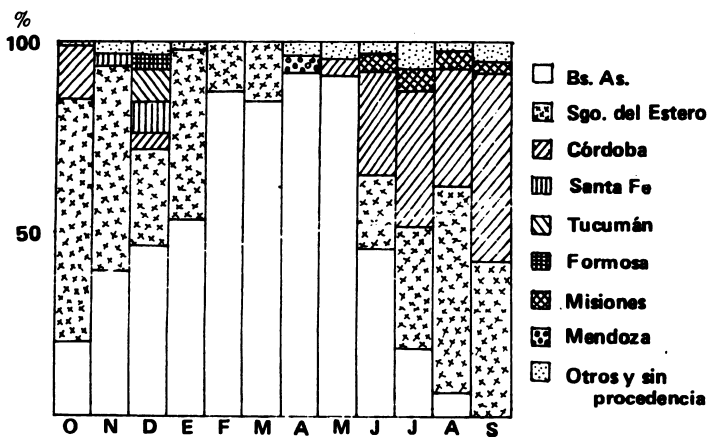
Barreiro y Limongelli (15) llevaron a cabo una investigación sobre la comercialización de hortalizas en los mercados de la ciudad de Buenos Aires, que incluye los dos tipos de batata, Blanca y Colorada, que dominan en Argentina.

El estudio se realizó en base a los registros del Mercado Municipal Dorrego, que representa una información significativa de la comercialización en el Gran Buenos Aires (ya que provee el 26 % del consumo) durante el período octubre de 1969 a setiembre de 1970.

En dicho trabajo se presentan dos gráficos que representan las entradas mensuales en toneladas y el precio promedio por kilogramo, de los dos tipos de batatas respectivamente (fig. 27-a). Además se elaboró un gráfico con el porcentaje mensual de entradas de batata (en conjunto) procedente de las 8 principales provincias productoras (ver fig. 27-b).



A



B

Figura 27. A) Curva de entradas (línea llena) y precios (línea punteada) en Mercado Dorrego, 1969-70; B) porcentaje de entradas mensuales según el origen de la batata Colorada (según Barreiro y Limongelli, 1971).

Se ha calculado que el total de batata blanca comercializada en el Gran Buenos Aires (4,5 millones de habitantes) durante el año estudiado fue de 6694 toneladas, correspondiendo a la batata Colorada un total de 20.779 toneladas. Dichos valores representan un consumo anual *per cápita* de 1,51 y 4,7 kg, respectivamente.

Folquer y Brucher (61) determinaron la curva normal de precios de la batata (Brasileira Blanca) en el Mercado de Abastos de Tucumán, comprobando que el precio mínimo corresponde al mes de mayo, coincidiendo con el máximo rendimiento de las plantaciones, sin que se haya normalizado la demanda la cual se produce con la zafra azucarera que se generaliza en junio, mientras que los valores máximos se dan en noviembre y en febrero. Si bien en diciembre y enero la oferta de batatas es tan baja como en los dos meses mencionados primeramente, las altas temperaturas desalientan el consumo y la demanda, pues al decir popular es un alimento "cálido", poco apetecible en esa época. Normalmente existe una correlación entre los precios de la papa y la batata, considerándose que ésta sigue a aquélla, salvo en el período octubre a febrero en que la oferta de la batata es mínima. Esto fue confirmado por Roncedo y Cifre (191), que agregaron la curva del volumen comercializado en el Mercado de Abastos de Tucumán (fig. 28).

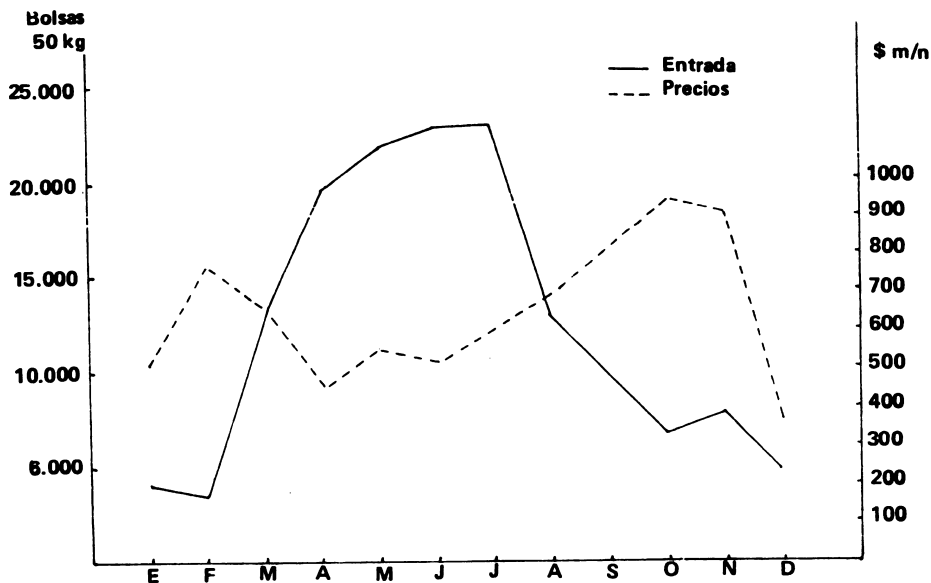


Figura 28. Entrada mensual de batatas y precio al productor en Mercado de Abasto de Tucumán, promedio 1967-72 (según Roncedo, Cifre y Calizaya 1975).

14. Producción de batata-semilla selecta

En la región norte de Argentina se conserva la tradición de utilizar los "batatines" (de 50 hasta 100 g), descarte de la cosecha para mercado, como material para los viveros de multiplicación. Esto tiende a favorecer la difusión de los virus y otras enfermedades, que atacan a la batata, ya que las plantas enfermas suelen producir raíces tuberosas chicas que quedarían incluidas en la recolección de batatines para multiplicación.

Afortunadamente, dicha tradición se vio compensada por la costumbre de reservar, sin cosechar, parte de la plantación con el objeto de obtener las guías necesarias para el año siguiente, de modo que las guías más vigorosas que dominan el campo, provienen de las batatas grandes producidas por plantas sanas.

Esto mismo ha evitado la selección inconsciente de mutaciones regresivas de baja productividad.

Así se explica que la variedad "Criolla Amarilla" (*Red Bermuda*) se haya mantenido con buen nivel de productividad desde la época colonial.

Como ya se mencionó (pág. 96), Nome y Salvatore, mediante cultivos de meristemas, obtuvieron líneas de Criolla Amarilla y Brasileira Blanca libres de virus, habiendo programado la creación de un centro de propagación y distribución de dichas líneas, con una eventual certificación de la batata-semilla selecta.

Como ejemplo de buena organización para la producción de batata-semilla, podemos mencionar la creada por el Estado de Louisiana, E.U.A., a través de su Universidad. En 1947 fue inaugurado el *Chase Sweet Potato Research Center* en un lugar alejado de las zonas productoras, con un estricto "cordón sanitario". En grandes *screen houses*, construidos con gruesa tela plástica matrizada, a prueba de insectos, se cultivan las líneas selectas de las principales variedades comerciales y el material original que dará lugar a las nuevas variedades.

Según Miller y col. (146), se ofrecen tres tipos de batata-semilla selecta: en Chase se produce la batata-semilla fundadora (*foundation seed*) que es el material del cual se parte para lograr una nueva variedad; la batata-semilla registrada (*registered seed*) se origina de la anterior por productores anotados en registros oficiales; y, finalmente, la batata-semilla certificada (*certified seed*), se produce a partir de las dos anteriores por semilleristas comerciales que son inspeccionados periódicamente; esta certificación garantiza la variedad y la sanidad del material.

La batata-semilla, preferentemente de tamaño mediano, se somete al "curado" y "conservación" en depósitos debidamente desinfectados, controlándose la humedad y la temperatura, de modo que al ser sembrada produzca abundantes plantines, vigorosos y sanos.

Minges y Morris (151), de la Universidad de California, propusieron para los agricultores, tres procedimientos destinados a mantener al máximo la calidad del material de multiplicación: 1) separar anualmente las batatas originadas en plantas de alto rendimiento y calidad, elegidas en la plantación comercial, y con ellas hacer el vivero para el año siguiente; 2) preparar un terreno distante de las plantaciones comerciales (más de 100 metros), en donde se realiza el cultivo-semillero utilizando plantines seleccionados; de esta forma se producirá la batata-semilla para el siguiente año; 3) proceso semejante al anterior pero utilizando guías en vez de plantines, lo que disminuye la probabilidad de transmitir enfermedades.

15. Aspectos económicos de la producción

Folquer y Brucher (61) determinaron el costo de producción de la batata en Tucumán, en base al sistema de cultivo tradicional en la región, dentro de una explotación de caña de azúcar como rubro principal. Se han determinado los costos considerando tres posibles rendimientos por hectárea de batatas comerciales: 120, 240 y 360 bolsas de 55 kg cada una.

Los mismos autores (61) realizaron un nuevo estudio económico, comparando una explotación con tracción animal con otra de tracción mecánica, utilizando tres tipos de tractores y el rendimiento normal de 240 bolsas de 55 kg por hectárea.

Dada la gran fluctuación actual de los valores, se preparó un cuadro con el "costo directo" de la batata (cuenta cultural), indicándose solamente el número de jornales y la cantidad de los materiales necesarios para cultivar una hectárea. El período normal de plantación comprende los meses de octubre a diciembre, y la cosecha se efectúa desde marzo hasta setiembre.

Costo directo para la producción de una hectárea.

- | | | |
|-----|--|------------|
| I) | Material de propagación. | |
| | 1) Producción de 40.000 guías, que incluye las necesarias para la reposición de fallas (a producir en bordos no cosechados del año anterior) | 25 bordos |
| II) | Preparación del suelo. | |
| | 2) Limpieza de rastrojo | 0,5 jornal |
| | 3) 2 aradas con tractor (contrato) | |

- | | | |
|---|---|-----------|
| 4) | 2 rastreadas dobles con tractor (contrato) | |
| 5) | formación de 125 bordos ("bordeada") de 100 m (contrato) | |
| 6) | Heptacloro al 7 % incluido en los bordos | 40 kg |
|
 | | |
| III) Plantación. | | |
| 7) | Cortar y transportar guías | 6 jor. |
| 8) | Desparramar y plantar guías (3 guías por metro), a destajo equivalente | 8 jor. |
| 9) | Reponer fallas | 1,5 jor. |
|
 | | |
| IV) Labores de cultivo. | | |
| 10) | Primera pasada de carpiradora | 1,5 jor. |
| 11) | Desyerbe con azada, a destajo, equivalente | 10 jor. |
| 12) | Segunda pasada de carpidora | 1,5 jor. |
| 13) | Levantar bordos con arado (aporque) | 3 jor. |
|
 | | |
| V) Cosecha (rendimiento normal 240 bolsas de 55 kg) | | |
| 14) | Limpieza de guías (promedio) | 4 jor. |
| 15) | Arrancar batatas con arado (dejando 25 bordos para guías del año siguiente) | 3 jor. |
| 16) | Juntar, limpiar y embolsar | 20 jor. |
| 17) | Cosida de bolsas dando "la vista", a destajo, equivalente | 5 jor. |
| 18) | hilo para coser bolsas | 6 madejas |
| 19) | Transporte a mercado o ferrocarril (contrato) | |

En Tucumán no se contabiliza el valor de los envases de arpillera pues la comercialización se hace "a bolsa devuelta", costumbre tradicional por la cual el agricultor recibe un número igual de bolsas vacías en el momento en que entrega el producto embolsado.

Tampoco suele adjudicarse valor a las guías de multiplicación pues, generalmente, se obtienen de los terrenos donde se cosechó la temporada anterior, por rebrote del material residual que quedó enterrado, o de los bordos sin cosechar. En años normales, hacia el fin del período de plantación (primera quincena de enero), se suele regalar el abundante material sobrante.

En el litoral argentino, a la cuenta cultural anterior debe agregarse la preparación de los almácigos o viveros, con una superficie de 30 metros cuadrados y 300 kilogramos de batata-semilla, con los cuidados correspondientes. La plantación se hace a

máquina, lo que se ve posibilitado por las condiciones favorables de clima y suelo de la región. Dadas las condiciones climáticas invernales (frío húmedo), la cosecha total se debe realizar en otoño, almacenando una gran parte de la misma en silos o pilas, como ya se indicó antes (Almacenaje).

En Santiago del Estero y otras zonas del centro de Argentina, se practica el "riego de asiento", previo a la formación de bordos, con lo cual se aseguran las plantaciones oportunas. En algunos casos se va regando a medida que se hace la plantación (cuando se dispone de agua abundante).

Firpo (57) estableció la cuenta de gastos para el cultivo de la batata en Mendoza. Debido a la escasez de lluvias y tipo de suelos, suele ser necesario aplicar 12 riegos (6 jornales).

Merecen destacarse las condiciones excepcionalmente favorables de la región central y norte de Argentina para la producción económica de la batata, ya que el largo período libre de heladas permite la realización de plantaciones tempranas, si se dispone de un mínimo volumen de agua para efectuar el riego (70), lo que permite llegar fácilmente a rendimientos de 20.000 a 30.000 kilos por hectárea. La producción se conserva bien bajo tierra, a través de todo el período de comercialización (marzo a setiembre) sin gastos ni pérdidas importantes.

En dicha región, salvo la aplicación de insecticidas al suelo (Heptacloro), la batata no suele requerir fertilización ni tratamientos fitosanitarios, lo que agregado al insignificante costo del material de multiplicación, coloca el costo de esta hortaliza a una distancia sideral de su competidora la papa.

Con plena razón, Quisumbing (187), de la Universidad de Filipinas, expresó su opinión en el XIX Congreso Internacional de Horticultura, Varsovia, 1974, en el sentido de que la batata aparece como la verdadera solución a los problemas alimenticios de las grandes aglomeraciones humanas del sudeste Asiático.

Quizás, en la actualidad, podríamos decir lo mismo para los países donde la "inflación" económica está causando un grave deterioro del poder adquisitivo de los suelos y salarios.

Edmond (48) llevó a cabo un estudio sobre la producción y consumo de batatas en E.U.A. durante la histórica recesión económica del período 1931-1937. En dicho período se incrementó notablemente el área plantada y la producción total, si bien disminuyó el rendimiento por unidad de superficie, como consecuencia de que se prescindió de los fertilizantes y se redujeron al mínimo indispensable los gastos del cultivo. En esta forma, el precio de las batatas al consumidor bajó al 50 % del precio en las épocas normales. Esto convirtió a esta hortaliza en un alimento popular que abarató notablemente la alimentación de grandes masas de población, incorporándose como rubro permanente de las huertas familiares.

16. Características de las principales provincias productoras de batata

Las características sobresalientes de las principales provincias productoras de batata, ordenadas según su importancia, se pueden resumir de la siguiente forma:

Santiago del Estero y Córdoba

Constituyen la región central, en la cual domina la variedad denominada "Colorada" o "Criolla Amarilla", solicitada por la importante industria del dulce o crema de batata y para el consumo directo en los grandes mercados del centro y sur del país, incluyendo la Capital Federal. Dada la escasez de lluvias, gran parte de los cultivos se realizan mediante el llamado "riego de asiento" (típico de Santiago del Estero), o riego por la trocha, utilizado en Córdoba.

Los excelentes resultados obtenidos con la variedad Tucumana Lisa, abren una buena perspectiva para la misma.

Buenos Aires

Concentró su producción en las zonas próximas al río Paraná (San Pedro, San Nicolás, Ramallo, etc.) en donde se encuentran radicadas numerosas fábricas que elaboran dulce de batata. Si bien domina la variedad Criolla Amarilla o Colorada, sin necesidad de riego, dada la excelente distribución de las lluvias y clima suave, se cultivan también en menor escala las variedades Criolla Blanca o Manteca, Tucumana Lisa y Tucumana Morada. La totalidad de las plantaciones se hacen mecánicamente utilizando plantines de almácigo. El invierno frío y húmedo obliga a la cosecha otoñal y al almacenamiento en silos o pilas. Se realiza el lavado de las batatas antes de su envío a mercado.

Tucumán

Domina la variedad Brasileira Blanca, preferida en el consumo de la provincia, siendo proveedora para el consumo de Salta, Jujuy y Chaco y Formosa, que también prefieren esta variedad. La totalidad de la producción se realizó en terrenos sin riego, aprovechando el favorable régimen de lluvias. Los altos rendimientos (alrededor de los 15.000 kg/ha) y la simplicidad y seguridad del cultivo, hacen que las otras regiones no puedan competir con los costos de Tucumán. No obstante, las anomalías del régimen de

lluvias que se producen periódicamente, causan disminución del área plantada y una notable disminución de los rendimientos, lo que evidencia la necesidad de incorporar las nuevas técnicas de cultivo con utilización de volúmenes mínimos de riego. Los excelentes resultados obtenidos con la variedad Tucumana Lisa, están provocando su difusión en la región.

Casi la totalidad de las plantaciones se realizan utilizando trozos de guías. Las batatas se conservan bien bajo tierra, de modo que la cosecha se hace gradualmente desde marzo hasta octubre.

Formosa, Chaco, Corrientes, Misiones y norte de Santa Fe

Domina la variedad Brasileira Blanca, tanto para el consumo regional como para el mercado de Buenos Aires. En menor escala se producen también la Criolla Amarilla, Criolla Blanca, Tucumana Lisa y algunas importadas del Paraguay. En algunos años, las plantaciones pueden sufrir por exceso de lluvias que causan inundación de los campos.

Si bien no se llevan estadísticas precisas, se puede calcular que alrededor del 40 % de la producción argentina se destina a la fabricación del dulce de batata, considerado el postre popular.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. ABRAHAMSEN, M. A. Consumer preferences for sweet potatoes. North Carolina. Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin no. 82. 1947. 24 p.
2. AKAZAWA, T., URITANI, I. y KUBOTA, H. Isolation of ipomeamarone and two coumarin derivates from sweet potato roots injured by the weevyl *Cylas formicarius elegantulus*. Biochemistry & Biophysics 88(1):150-156. 1960.
3. AKITA, S. *et al.* Studies on the small-tuber-setting method in sweet potato cultivation. Bulletin of the Chugoku Agricultural Experiment Station (A) 8:75-128. 1962.
4. ALCONERO, R. Effect of plant age, light intensity and leaf pigments on symptomatology of virus-infected sweet potatoes. Plant Disease Reporter 56(6):501-504. 1972.
5. AMMERMAN, G. R. y LEE, V. C. Studying sweet potatoes in a Steriotort. Mississippi Farm Research 35(4):6,8. 1972.
6. ANDERSON, W. S. y RANDOLPH, J. W. Sweetpotato production time of planting and hill spacing studies. Mississippi, Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 378. 1943. 22 p.
7. ———— *et al.* Sweetpotato production; fertilization and hill spacing studies. Mississippi. Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 402. 1944. 22 p.
8. ———— *et al.* Regional studies of time of planting and hills spacing of sweet potato. U. S. Department of Agriculture. Circular no. 725. 1945. 20 p.

9. ———. Sprouting of sweet potatoes affected by time of harvest and kind of storage. *Mississippi Farm Research* 10(11):1,2. 1947.
10. ANTONI, H. J. y FOLQUER, F. Cultivo *in vitro* de tejidos de batata, *Ipomoea batatas* (L.) Lam., para la producción de nuevos cultivares. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 12(1-2):177-178. 1975.
11. ARLE, H. F. *et al.* Inactivation of 2,4-D on sweet potato slip with activated carbon. *Science* 107(2775):247-248. 1947.
12. ARTSCHWAGER, E. On the anatomy of the sweet potato root with notes on the internal breakdown. *Journal of Agricultural Research* 27:157-166. 1924.
13. BADILLO FELICIANO, J., MORALES MUÑOZ, A. y SIERRA, C. Performance of yellow-fleshed sweetpotato cultivars at two locations in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 40(2):154-162. 1976.
14. BAILEY, W. K. Sweet potato investigations. Puerto Rico. Agricultural Experiment Station. Report 1936.
15. BARREIRO, M. y LIMONGELLI, J. C. Análisis del aprovisionamiento hortícola de la ciudad de Buenos Aires. *Tecnología Alimentaria (Argentina)* 5(28-29):15-30. 1971.
16. BEATTIE, J. H. y THOMPSON, R. C. A further study of the relation of the whole vs. cut roots, to sprout production in the sweet potato. *Proceedings of the American Society of Horticultural Science* 29:420-424. 1932.
17. BOLLE JONES, E. W. e ISMUNDADJI, M. Mineral deficiency symptoms of the sweet potato. *Empire Journal of Experimental Agriculture (Oxford)* 31(121):60-64. 1963.
18. BOSWELL, V. R. Commercial growing and harvesting of sweet potatoes. U.S. Department of Agriculture. *Farmer's Bulletin* no. 2020. 1950. 38 p.
19. BOUWKAMP, J. C. y SCOTT, L. E. Production of sweet potatoes from root pieces. *Horticultural Science* 7(3):271-272. 1972.
20. BOWERS, J. L., BENEDICT, R. H. y McFERRAN, J. Irrigation of sweet potatoes snap beans and cucumbers in

- Arkansas. Arkansas. Agricultural Experimental Station. Bulletin no. 578. 1956. 27 p.
21. BOYETTE, F. B. y TOPE, D. T. Polyethylene film covers for sweet potato beds. *Down to Earth* 19(3):14-15. 1963.
 22. BRUCHER, F. J., FOLQUER, F. y PLOPER, J. Características y rendimientos de 16 variedades de batata en Tucumán. Argentina. Universidad Nacional de Tucumán. Publicación no. 611. 1952. 31 p.
 23. ——— y FOLQUER, F. Productividad de plantines en tres variedades de batata. Argentina. Universidad Nacional de Tucumán. Publicación no. 682. 1955. 11 p.
 24. BUESHER, R. W. *et al.* Susceptibility of sweet potato lines to development of hardcore, a chilling disorder. *Arkansas Farm Research* 24(6):2-3. 1975.
 25. CAMPBELL, G. M. The effects of soil mulches on the temperature of the soil and upon the growth, yield, grade and color of the sweet potato. Thesis, M. S. Missouri, State University. 1957.
 26. ———, HERNANDEZ, T. P. y MILLER, J. C. The effect of temperature, photoperiod and other related treatments on flowering in *Ipomoea batatas*. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 83:618-622. 1963.
 27. CHOISY, J. D. *Convolvulaceae orientalis*. *Memoires de la Societé Physique et d'Histoire Naturelle de Geneve* 6:383-502. 1833.
 28. CIBES, H. y SAMUELS, G. Mineral deficiency symptoms in sweet potatoes. Puerto Rico. Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin no. 20. 1957. 22 p.
 29. CLUSIUS, G. *Historia Rarorium Plantarum*. Amberes, 1601. 364 p.
 30. COCKERHAM, K. L. *et al.* The biology of the sweet potato weevil. Louisiana. Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin no. 483. 1954. 30 p.
 31. CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES. Niveles de producción y consumo de hortalizas de las provincias argentinas. Buenos Aires, 1966. 207 p.

32. ————. Estudio de la comercialización de los productos para la alimentación. Buenos Aires, s.f.,s.p.
33. COOLEY, J. S. y KUSHMAN, L. J. The effect of storage temperatures on the sprouting of four varieties of sweet potatoes. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 50:311-313. 1947.
34. ————. Origin of the sweet potato and primitive storage practices. *Scientific Monthly* 72:325-331. 1951.
35. COSTILLA, M. A. El taladro de la batata (*Ptericoptus acuminatus* F.). *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán* 45(2):1-10. 1967.
36. COVINGTON, H. M. y KUSHMAN, L. J. Modern methods with sweet potatoes. *Progressive Farmer* 81(9):52. 1966.
37. DABEK, A. J. y GOLLIFER, D. E. Mycoplasma like organism in *Ipomoea batatas* in the Solomon Islands. *Pans* 21(4):384-387. 1975.
38. DAINES, R. H. *et al.* Relationship of chilling to development of hardcore sweetpotatoes. *Phytopathology* 64: 1459-1462. 1974.
39. ———— *et al.* Hardcore development in sweetpotatoes; a response to chilling and its influenced by cultivar, curing temperatures, and time and duration of chilling. *Phytopathology* 66(5):582-587. 1976.
40. DEMPSEY, A. H. *et al.* Sweet potato performance trials in the Georgia piedmont. Georgia. Agricultural Experiment Stations. Bulletin N. S. no. 3. 1954. 6 p.
41. ————. Cross-cut bedding sweet potatoes to increase sprouts. *Georgia Agricultural Research* 2(3):10. 1961.
42. DEONIER, M. T. y KUSHMAN, L. J. The effect of presprouting and type of bed on early production of sweet potato plants. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 75:557-560. 1961.
43. DE URIES, C. A., FERWERDA, J. D. y FLACH, M. Choice of fool crop in relation to actual and potential production in the tropics. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 15:241-248. 1967.
44. DOORENBOS, J. y WELLENSIEK, S. J. Photoperiodic

- control of floral induction. *Annual Review of Plant Physiology* 10:127-184. 1959.
45. DRINKWATER, W. O. Sweet potato plant production by removal of proximal dominance roots. New Jersey. Agricultural Experiment Station. Vegetable Crop Series no. 14. 1966. 13 p.
 46. EDMOND, J. B. Effect of exposure to low temperature on plant production of the Puerto Rico sweet potato. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 43:259-261. 1943.
 47. ———— *et al.* Cooperative studies on the effects of height of ridge, nitrogen supply, and time harvest on yield and flesh color of the Puerto Rico sweet potato. U.S. Department of Agricultura. Circular no. 832. 1950.
 48. ———— *et al.* Sweet potato: production, processing and marketing. Westport, Conn., AVI, 1971. 334 p.
 49. EHARA, K. y SEKIOKA, H. Effect of atmospheric humidity and soil moisture on the translocation of sucrose-C¹⁴ in the sweet potato plant. *Proceedings of Crop Science (Japan)* 31(1):41-44. 1962.
 50. EL-KÁTTAN, A. A. Growth and development of the sweet potato in relation to growth checking. Thesis, Ph. D. Maryland, College Park, 1952.
 51. ———— y STARK, F. C. Tissue activity and structural differences in the storage roots of Maryland Golden and Jersey orange sweet potatoes as related to cracking. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 63:378-388. 1954.
 52. EL-FOULY, M. M., MASOUD, Y. A. y EL-HINDI, M. H. Stimulating sweet potato yields. *World Crop* 23(3):133. 1971.
 53. ENGEL, F. Exploration of the Chilcá Canyon, Perú. *Current Anthropology* 2(1):55-58. 1970.
 54. ESTADISTICA AGRICOLA. Boletín de Estadística (Argentina). Oct-dic., 1973.
 55. ESTRADA, M. El cultivo de la batata en la zona de Villa Dolores. *Revista Mensual Ferrocarril Buenos Aires al Pacífico* 29(347):55-59. 1946.

56. FERGUSON, T. U. Intercropping sweet potato and corn. *Extensión Newsletter* (Trinidad and Tobago) 5(3):10. 1974.
57. FIRPO, M. N. Listado de gastos de cultivos hortícolas. Argentina. Estación Experimental Agropecuaria La Consulta. *Batata* no. 7. 1971. 26 p.
58. FISCHER, H. G. y DURAÑONA, E. Estudio sobre la influencia de tres productos hormonales en la brotación del boniato (*Ipomoea batatas* Poir.) para la obtención de "seedlings" (semillones brotes) para la plantación definitiva. Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía, *Boletín* no. 52. 1961. 18 p.
59. FLOYD, E. H. y KANTACK, E. J. Recommendations for the control of soil insects which damage sweet potato in the field. Louisiana. Agricultural Experiment Station. *Circular* no. 40. 1956. 4 p.
60. FOLQUER, F. y BRUCHER, F. J. Informe preliminar sobre épocas para plantación y cosecha de la batata Brasileira Blanca en Tucumán. Argentina. Universidad Nacional de Tucumán. *Publicación* no. 567. 1950. 25 p.
61. ————— y BRUCHER, F. J. Siembra de batatines como método de plantación para la producción de batatas. Argentina. Universidad de Tucumán. *Publicación* no. 654. 1953. 19 p.
62. —————. Inducción de la floración y fructificación en batatas mediante injerto sobre *Ipomoea fistulosa*. Argentina. Universidad Nacional de Tucumán. *Publicación* no. 841. 1961. 22 p.
63. ————— y RONCEDO, L. R. Action of maleic hidrazide on the foliage morphology, growth and conservation of the Brasileira Blanca sweet potato. *In International Horticultural Congress, 16th*. Brussels, Belgium, 1962. *Proceedings*. Gembloux, Belgique, Duculot, 1964. v. 4. pp. 577-580.
64. ————— y MESIAS, J. R. Control de la dominancia proximal en batatas mediante seccionamiento. *Fitotecnia Latinoamericana* 4(2):155-164. 1967.
65. ————— *et al.* Nuevos implementos manuales para la plantación de batatas. Argentina. Universidad Nacional de Tucumán. *Publicación* no. 986. 1968. 14 p.

66. ———— *et al.* Tucumana Lisa, nueva variedad argentina de batata. Argentina. Universidad Nacional de Tucumán. Publicación no. 1024. 1969. 9 p.
También en: Argentina. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Agronomía y Zootecnia. Miscelánea no. 34. 1969. 9 p.
67. ———— *et al.* Winter nurseries for production of early sweet potatoes. In International symposium on Tropical Root and Tuber Crop, 2th. Honolulu, Hawaii, 1970. Proceedings. Honolulu, Hawaii, University, 1970. v.1, pp. 27-31.
68. ————. La Batata; estudio de la planta y de su producción comercial. Argentina. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Agronomía y Zootecnia, 1971, 31 p.
69. ————. Eficiencia varietal en la producción primaveral de semillas de batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Revista Agronómica del Noroeste Argentino 11(3-4): 193-225. 1974
70. ————. Nuevo Sistema de plantación de batatas (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) en platabandas con filas apareadas. Humid Tropics (Puerto Rico) 1(1):23-26. 1976.
71. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Production Yearbook, 1974. Roma, 1975. v. 28, 235 p.
72. FUJISE, K. Sweet potato and its breeding efficacy in Japan. In International Symposium on Tropical Root and Tuber Crop, 2nd. Honolulu, Hawaii, 1970. Proceedings. Honolulu, Hawaii, University, 1970. v.1. pp. 19-21.
73. GAAFAR, A. K. A new method for grafting sweet potato. Nature (London) 196(4857):903-904. 1962.
74. GABOTTO, L. R. El taladro de la batata, *Ptericoptus acuminatus* F., en el Norte de la República Argentina (Col. *Cerambycidae*). IDIA (Argentina) 190:31-34. 1963.
75. GIAMALVA, M. J. *et al.* Testing sweet potato progenies for nematode resistance. Proceedings of the Association of Souther Agricultural Workers 58:174. 1961.
76. GRANGE, G. R. Handbook of United States standars for

- grading and marketing fresh fruits and vegetables. U.S. Department of Agriculture. Miscellaneous Publication no. 190. 1934. 168 p.
77. GREIG, J. K. y SMITH, F. W. Salinity effects on sweet potato growth. *Agronomy Journal* 54:309-313. 1962.
78. GROTH, B. H. A. The sweet potato. University of Pennsylvania. Contributions from the Botanical Laboratory no. 4. 1911. 104 p.
79. HAHN, S. K. Sweet potato breeding. *In* Nigeria. International Institute of Tropical Agriculture. Report Root and Tuber Improvement Program, 1973. pp. 22-28.
80. HANNA, G. C. Hybrid vigor in sweet potatoes. *California Agriculture* 14(4):9. 1960.
81. HARMON, S. A. Genetic studies and compatibility in the sweet potato (*Ipomoea batata*) Thesis, Ph. D. Louisiana, State University, 1960. 132 p.
82. ————. Georgia jet; an early, high yielding, high quality sweet potato cultivar for Georgia. Georgia. Agricultural Experiment Station. Research Report no. 193. 1974. 7 p.
83. HARRIS, V. C. Nutgrass control by competition. *Mississippi Farm Research* 21(2):8. 1958.
84. HARTMAN, J. The non-flowering character of sweet potatoes of the Jersey type. *Plant Physiology* 22:322-324. 1947.
85. HERNANDEZ, T. P. y MILLER, J. C. Further studies on incompatibility in the sweet potato. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 85:426-429. 1964.
86. ———— *et al.* Effects of selected treatments on sweet potato plant production. *Louisiana Agriculture* 20(2): 4-5,7. 1977.
87. HESTER, J. B. Fertilizer practice for the Ranger sweet potato. *Better Crop with Plant Food* 31:10-12,43. 1947.
88. HIDEO, I. y KATO, T. Physiological factors in the tuberous root formation of the sweet potato plant. *Tohoku Journal of Agricultural Research* 10(4):333-345. 1959.

89. HILDEBRAND, E. M. Freeing sweetpotato varieties from cork virus by propagation with tip cuttings. *Phytopathology* 47:452. 1957.
90. ————— y COOK, H. T. Sweet potato diseases. U.S. Department of Agriculture. Farmers' Bulletin no. 1059. 1959. 28 p.
91. ————— y BRIERLEY, P. Heat treatment eliminates yellow dwarf virus from sweet potatoes. *Plant Disease Reporter* 44:707-709. 1960.
92. HOZYO, Y. Growth and development of tuberous root in sweet potato. In *International Symposium on Tropical Root and Tuber Crop, 2nd*. Honolulu, Hawaii, 1970. Proceedings. Honolulu, Hawaii, University, 1970. V.1, pp. 22-23.
93. ————— y KATO, S. Thickening growth inhibition and re-thickening growth of tuber roots of sweet potato plants (*Ipomoea batatas* Poiret). Proceedings of the Crop Science Society (Japan) 45(1):131-138. 1976.
94. HYCHE, L. L y EDEN, W. G. Effect of formulations and methods of applications of insecticides on the control of wireworms on sweet potatoes. *Journal of Economic Entomology* 49(1):111-113. 1956.
95. IMBERT, M. P. *et al.* The anthocyanin pigments of the sweet potato, *Ipomoea batatas* (L.) Lam. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 88:481-485. 1966.
96. ISHIZUKA, Y. Nutrient deficiencies of crop. Taiwan. Food and Fertilizer Technical Center, 1971. 112 p.
97. ITO, K. y KATO, T. Physiological factors in the tuberous root formation of the sweet potato plant. *Tohoku Journal of Agricultural Research* 10(4):333-345. 1959.
98. JACOBY, T. Nutrición y abonado de tubérculos tropicales. *Boletín Verde (Alemania)* 19:12-27. 1965.
99. JOHNSTONE, F. W., MORRIS, H. D. y HANSON, K. W. The effect of soil conditioners on yield of sweet potatoes. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 70:403-406. 1957.
100. JONES, A. A disease of polen mother cells of sweet potato

- associated with *Fusarium moniliforme*. *Phytopathology* 54(12):1494-1495. 1964.
101. ————. A proposed breeding procedure for sweet-potatoes. *Crop Science* 5(2):191-192. 1965.
102. ————. Morphological variability in early generations of a randomly intermating population of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Georgia. Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin N. S. no. 56. 1966. 31 p.
103. ————. Quantitative inheritance of tenvine traits in sweet potatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 94(4):408-411. 1969.
104. ————, STEINBAUER, C. E. y POPE, D. T. Quantitative inheritance of tenroot traits in sweet potatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 94(4):271-275. 1969.
105. ————. The sweet potato today and tomorrow. *In International Symposium on Tropical Root and Tuber Crop, 2nd*. Honolulu, Hawaii, 1970. Proceedings. Honolulu, Hawaii, University, 1970. V.1, pp. 3-6.
106. JONES, S. T. Effect of irrigation at different levels of soil moisture on yield and evapotranspiration rate of sweet potatoes. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 77:458-462. 1961.
107. KANTACK, E. J. Control of some insects which damage roots of sweet potatoes in the field. *Proceedings of the Association of Southern Agricultural Workers* 33:133. 1956.
108. KEHR, A. E. y TING, Y. C. Cytological evidence concerning the evolution of *Ipomoea batatas*. *Genetics* 38: 672. 1953.
109. ————, TING, Y. C. y MILLER, J. C. Induction of flowering in the Jersey type of sweet potato. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 62:437-440. 1953.
110. KINBROUGH, W. D. y BELL, M. F. Internal breakdown of sweet potatoes due to exposure to cold. Louisiana. Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 354. 1942. 9 p.
111. ———— Studies of delayed digging of sweet potatoes

- of the Porto Rico varieties. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 44:395-397. 1944.
- También en: Louisiana. Agricultural Experiment Station. Circular no. 34. 1944. 3 p.
112. KING. The rapid collection of pollen. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 66:155-156. 1955.
113. KOBAYASHI, S. y AKAI, M. Studies on the intercropping of soybean in sweet potato fields; relation of the time of seeding soybean and the location of the seeds on the ridge to the root systems. Proceedings of the Crop Science Society (Japan) 24(3):209-210. 1956.
114. KUSHMAN, L. J. y COVINGTON, H. M. Sweet potato pre-prouting. Research & Farming 20(3-4):14. 1962.
115. ————. Consumer packaging and decay control of sweet potatoes. U.S. Department of Agriculture. Marketing Research Report no. 650. 1964. 15 p.
116. ————y WRIGHT, F. S. Over-head ventilation of sweet potato storage rooms. North Carolina. Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin no. 166. 1965. 29 p.
117. LAM, S. y CORDNER, H. P. Flowering hormone in relation to blooming in sweet potato. Science 121:140-141. 1955.
118. ————, THOMPSON, A. E. y McCOLLUM, J. P. Induction of flowering in the sweet potato. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 73:453-462. 1959.
119. LAMBETH, V. N. Sweet potato production in Missouri. Missouri. Agricultural Experiment Station. Bulletin no 600. 1953. 24 p.
120. LANTICAN, R. M. y SORIANO, P.M. The response of sweet potato to different fertilizer treatments. Philippine Agriculturist 45 (5): 258-263. 1961.
121. LEONARD, O. A., ANDERSON, W. S. y GRIEGER, M. Effect of nutrient level on the growth and chemical composition of sweet potatoes in sand cultures. Plant Physiology 23: 223-237. 1948.

122. LINNAEUS, C. *Hortus Cliffortiannus*. s.l., Amsteleada-mi, 1737. 427 p.
123. LOWE, S. B. y WILSON, L. A. Contribution of yield com-ponents to tuber yield. *In* Yield and yield components of six sweet potato (*Ipomoea batatas*) Cultivars. *Exper-imental Agriculture* 11 (1): 38-48. 1975.
124. ————— y WILSON, L. A. Yield and yield components of six sweet potato (*Ipomoea batatas*) cultivars. II. Va-riability and possible sources of variation. *Experimental Agriculture* 11 (1): 49-57. 1975.
125. MARTIN, F. W. Incompatibility in sweet potato. A review. *Economic Botany*.19: 406-415. 1965.
126. ————— y CABANILLAS, E. Classification of sweet po-tato varieties for compatibility and sterility. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 93: 502-511. 1968.
127. ————— . The origin of the sweet potato. *Tropical Root Tuber Crop Newsletter (Puerto Rico)* 4: 10-13. 1971.
128. ————— y JONES, A. The species of *Ipomoea* closely related to sweet potato. (En prensa, 1971.)
129. MARTIN, J. A. Germination of sweet potato seed as affec-ted by different methods of scarification. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 47: 387-390. 1946.
130. MARTIN, W. J. y PERSON, L. H. Surface root of Porto Rico sweet potatoes. *Phytopathology* 41: 228-230. 1951.
131. ————— . Elimination of root-knot nematodes from infested sweet potato roots and plants. *Plant Disease Reporter* 46 (1): 21-23. 1962
132. ————— . Evaluation of fungicides for effectiveness against the sweet potato black rot fungus, *Ceratocystis fimbriata*. *Plant Disease Reporter* 55 (6): 523-526. 1971.
133. McCLELLAN, T. B. Studies of the photo-periodism of some economic plants. *Journal of Agricultural Research* 37: 603-628. 1928.

134. McCLURE, T. T. Chlorogenic acid accumulation and wound healing in sweet potato. *American Journal of Botany* 47 (4): 277-280. 1960.
135. MENDIOLA, N. B. Two years of sweet potato breeding. *Philippine Agriculturist* 10: 177-194. 1921.
136. MERRIL, E. D. The botany of Cook's voyages. *Chronica Botanica* 14 (5-6): 1-384. 1954.
137. MEYER, A. y CLARK, J. C. Yields of Porto Rico sweet potatoes in relation to size of plants set. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 51: 395-396. 1948.
138. MICHAEL, R. y SMITH, P. G. Stimulation of sweet potato sprout production. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 59: 414-420. 1952.
139. MILLER, J. C. Further studies of the Porto Rico sweet potato. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 33: 460-465. 1935.
140. ————. Inducing the sweet potato to bloom and set seed. *Journal of Heredity* 28: 347-349. 1937.
141. ————. Further studies and technic used in sweet potato breeding in Louisiana. *Journal of Heredity* 30: 485-492. 1939.
142. ————. *et al.* Effect of storage on the carotene content of fourteen varieties of sweet potatoes. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 54: 399-402. 1949.
143. ————. *et al.* Sweet potato breeding and yield studies. *In Louisiana. Agricultural Experiment Station. Annual Report 1954-55.* Pp. 132-139.
144. ————. Annual progress report, sweet potato breeding and yield studies for 1956. *Louisiana State University Horticultural Research. Circular no 34.* 1956. 32 p.
145. ————. Sweet potato breeding and yield studies for 1958. *Louisiana. Agricultural Experiment Station. Circular no. 41.* 1958. 53 p.
146. ————. Sweet potato foundation seed program for Louisiana. *Louisiana. Agricultural Experiment Station. Circular no. 58.* 1959. 6 p.

147. ————. Centennial. A new sweet potato variety. Louisiana. Agricultural Experiment Station. Circular no. 63. 1960.
148. ————. Sweet potato breeding and yield studies for 1961. Louisiana. Agricultural Experiment Station. Circular no. 47. 1961.
149. ————. Annual progress report, sweet potato breeding and yield studies for 1963-64. Louisiana. Agricultural Experiment Station. Circular no. 52. 1963-64. 90 p.
150. ————. y HERNANDEZ, T. P. The sweet potato as a world food crop and how research improved its nutritional quality. In International Symposium on Tropical Root and Tuber Crop, 2nd. Honolulu, Hawaii, 1970. Proceedings. Honolulu, Hawaii, University, 1970. V.1, pp. 16-18.
151. MINGES, P. A. y MORRIS, L. L. Sweet potato production and handling in California. California. Agricultural Experiment Station. Circular no. 431. 1953. 39 p.
152. MITIDIERI, A. y BIANCHINI, P. R. Evaluación preliminar de tratamientos para el control de la "peste negra" y "raíz rosada" de la batata. IDIA (Argentina) 248:45-70. 1968.
153. ————. y BIANCHINI, P. R. Evaluación de fungicidas para el control de la peste negra (*Plenodomus destruens* Harter) en plantines de batata. Revista de Investigaciones Agropecuarias (Argentina) serie 26 (14):235-242. 1969.
154. ————. y BIANCHINI, P. R. El encrespamiento o enrulamiento enanizante de la batata. Boletín Rural (Argentina) 5 (62):7-8. 1971.
155. ————. , FUCHS, Z. y BIANCHINI, P. R. El control de enfermedades y malezas en la batata. IDIA (Argentina) 301:46-53. 1973.
156. MITIDIERI, I. M. de. Enfermedades criptogámicas nuevas o poco difundidas en la Argentina. IDIA (Argentina) 301: 9-12. 1973.
157. MONTALDO, A. Manual del cultivo de la batata (*Ipomoea batatas*). Venezuela. Universidad Central, Instituto Agronómico, 1967. 44 p.

158. ————. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Lima, Perú, IICA, 1972. 284 p.
159. MONTELARO, J., MARTIN, W. J. y KANTACK, E. J. Sweet potatoes in Louisiana. Louisiana. Agricultural Experiment Station. Extension Publication no. 1450. 1966. 43 p.
160. MOORE, E. L. y ANDERSON, W. S. Sweet potato harvest, curing and storage studies. Mississippi Farm Research 19:6,2. 1956.
161. MORRIS, L. y MANN, L. K. Wound healing keeping quality and compositional change-during curing and storage of sweet potatoes. Hilgardia 24:143-183. 1955.
162. NAKA, J. y TAMAKI, K. Studies on the physiological nature of sweet potato plant. XII. On the physiological behaviour of roots by the root tuber formation. Proceedings of the Crop Science Society (Japan) 28(1): 124-125. 1959.
163. NAKAMURA, H. *et al.* Regenerated "tubers" of sweet potatoes. Collecting and Breeding 6(6):150-151. 1944.
164. NIELSEN, L. W. Control of sweet potato Fusarium wilt with Benomyl and Thiabendazole. Plant Disease Reporter (61) (1): 1-4. 1977.
165. NISHIYAMA, I. *et al.* Studies of sweet potato and its related species. I. Comparative investigations on the chromosome numbers and the main plant characters of *Ipomoea* species in section *Batatas*. Japanese Journal of Breeding 11(1): 37-43. 1961.
166. ————, MIYAZAKI, T. y SAKAMOTO, S. Evolutionary autopoloidy in the sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) and its progenitors. Euphytica 24(1) : 197-208. 1975.
167. NOME, S. F. Sweet potato vein mosaic virus in Argentina. Phytopathology 77:44-54. 1973.
168. ————. y SALVADORES, C. Obtención de plantas de batata libres de virus a través del cultivo de meristemas apicales. Argentina. Universidad Nacional de Córdoba, Instituto de Ciencias Agronómicas, 1976.
169. NUSBAUM, C. J. Internal brown spot, a boron deficiency disease of sweet potato. Phytopathology 36(2) : 164-167. 1946.
170. O'DONELL, C. A. Convolvuláceas argentinas. Lilloa 29:87-348. 1959.

171. OGLE, W. L. Studies of temperature effects on the root development of sweet potato vine cuttings. Thesis, M. S., Baton Rouge, Louisiana State University, 1959.
172. OSAKI, K. y SUNOHARA, W. Competitive efficiency of sweet potato and weed in different periods; fundamental studies for establishment of the mechanized cultivation system. Ibaraki, University of Science. Report no. 16. 1968.
173. OVIEDO Y VALDEZ, G. F. de. Historia general y natural de las Indias, Islas y tierra firme del mar Océano. Madrid, Imprenta Real Academia de la Historia, 1851-1855. V.1, pp. 272-274.
174. PAEZ CLIVIO, J. El camote forrajero. Perú. Ministerio de Agricultura, Dirección de Experimentación Agrícola. Informe no. 64. 1947. 9 p.
175. PARK, K. Y. Sweet potato production of Korea. Korea. Asian and Pacific Council, Food and Fertilizer Technology Center. Extension Bulletin no. 70. 1976. Pp. 14-34.
176. PARODI, L. R. La agricultura aborigen argentina. Buenos Aires, EUDEBA, 1966. 48 p.
177. PATERSON, D. R. Some effects of preharvest foliage sprays of maleic hidrazide of proximal dominance and sprout inhibition of sweet potatoes. Botanical Gazette 118:265-267. 1954.
178. PEREZ, L. M. y POLLACINO, J. C. Trasplantadora sobre lomos ("camotera"). Argentina. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Publicación Mimeografiada, s.n. 1968. 5 p.
179. POOLE, C. F. Sweet potato genetic studies. Hawaii. Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin no. 27. 1955. 19 p.
180. ————. y TANAKA, J. S. Transmission of yield variation in irradiated sweet potato clones. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 80:488-496. 1962.
181. POOLE, W. D. Sweet potato hotbeds for Louisiana. Louisiana. Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 453. 1951. 24 p.
182. ————. y JONES, L. G. Controlled environment for sweet potatoes in storage. Louisiana. Agricultural Experiment Station. Circular no. 72. 1962. 19 p.

183. ————. Harvesting sweet potatoes in Louisiana. Louisiana. Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 568. 1963. 24 p.
184. POPE, D. T. *et al.* Jewel, a new sweet potato variety for North Carolina. North Carolina. Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 442. 1971. 11 p.
185. PRICE, J. C. C. The production and storage of sweet potatoes. Mississippi. Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 279. 1930. s.p.
186. PRICE, K. H. Sweet potatoes. Texas. Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 28. 1893. Pp. 327-346.
187. QUISUMBING, E. C. y BAUTISTA, A. M. Factors affecting the protein content of sweet potato storage roots in the tropics. In International Horticultural Congress, Warszawa, 1974. Proceedings. Warszawa, International Society for Horticultural Science, Polish Ministry of Agriculture, Polish Academy of Sciences, 1974. V. 1 B, pp. 791.
188. RHEENEN, H. A. VAN. Flowering stimulation in sweet potato. Euphytica (Wageningen) 14:271-275. 1965.
189. ROBERTS, J. E., DUPREE, M. y DAWSEY, L. H. Insecticide residues on sweet potatoes. Journal of Economic Entomology 52(6):1119-1121. 1959.
190. ROIG, J. T. y FORTUN, G. M. Las variedades cubanas de boniato. Cuba. Estación Experimental Agronómica Santiago de Las Vegas. Boletín no. 33. 1916. 76 p.
191. RONCEDO, L. R., CIFRE, J. E. y CALIZAYA, E. El cultivo de la batata en Tucumán. Consideraciones sobre su evolución y análisis económico. Revista Agronómica del Noroeste Argentino 12(3-4-): 233-264. 1975.
192. SCOTT, L. E. Factors associated with the cracking of sweet potatoes. Canning Trade 73 (11): 7-8. 1950.
193. ————. Potassium uptake by the sweet potato plant. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 56:248-252. 1950.
194. ————. y OGLE, W. L. The mineral uptake by the sweet potato. Better Crop with Plant Food 36(8):12-16. 1952.
195. ————. y MATTHEWS, W. A. Carbohydrate changes in

- sweet potatoes during curing and storage. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 70: 407-418. 1957.
196. SEKIOKA, H. The effect of temperature on the translocation and accumulation of hydrates in sweet potatoes. *In International Symposium on Tropical Root and Tuber Crop, 2nd*. Honolulu, Hawaii, 1970. *Proceedings*. Honolulu, Hawaii, University, 1970. V.1. Pp. 37-40.
197. SHIGEMURA, C., TAKAZAKI, T. y KUKINO, A. Quick methods for starch value determination of sweet potato tubers specially applicable to the varietal test. *Proceedings of the Crop Science Society (Japan)* 18:133-149. 1941.
198. SHOREY, S. H. y ANDERSON, L. D. Potential crop damage by the morning-glory leaf miner to sweet potatoes in California. *California Agriculture* 15(7):15. 1961.
199. SIMONS, J. W. y SCOTT, L. E. Attempts to inhibit sprouting of the sweet potato with growth regulating chemicals. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 59:426-432. 1952.
200. SISTRUNK, W. A. *et al.* Carbohydrate changes during storage and cooking of sweet potatoes. *Food Technology* 8(5): 223-226. 1954.
201. SLOANE, H. *Jamaica Natural History*. V. 1:150-151. s.d., 1707.
202. SPETGHTS, D. E. y PATERSON, D. R. Sweet potato fertilizer and variety trials in Northeast Texas 1961. *Texas Agricultural Experiment Station. Progress Report no. 2231*. 1962. Pp. 1-5.
203. SPEIRS, M. *et al.* The effect of variety, curing, storage, and time to planting and harvesting on the carotene, ascorbic acid, and moisture content of sweetpotatoes. *North Carolina Agricultural Experiment Station. Southern Cooperative. Series Bulletin no. 30*. 1953. 48 p.
204. SPENCE, J. A., SOFFE, R. W. y HUMPHRIES, E. C. Rooted leaves for physiological experiments. *Planta* 104(4): 352-356. 1972.
205. SRINIVASAN, C. y SHANMUGAN, A. Influencia de la aplicación de K y de etefón sobre el rendimiento y el crecimiento

- de la batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)/ Revista de la Pota-
sa 3:1-3. 1974.
206. STEINBAUER, C. E. Methods of scarifying sweet potato
seed. Proceedings of the American Society for Horticultu-
ral Science 35:606-608. 1937.
207. ———— . y KUSHMAN, L. J. Sweet potato culture and
diseases. U.S. Department of Agriculture. Agricultural
Handbook no. 388. 1971. 74 p.
208. STINO, K. R. y HASSAN, H. H. Flower formation of hard
blooming sweet potato plants as affected by graftin. Cairo.
University. Faculty of Agriculture. Bulletin no. 24.
1952. s.p.
209. SUBBA RAO, C. y AMMERMAN, G. R. Canning studies on
sweet potatoes. Journal of Food Science & Technology
(India) 11(3):105-109. 1974.
210. SUBRAMANIAN, T. R. *et al.* Evaluation of certain new in-
secticides in the control of the sweet potato weevil, *Cylas*
jormicarius Bf. Madrás Agricultural Journal 60(7):621.
1973.
211. SUMMERS, E. M. "Ishuku-byo" (Dwarf) of sweet potato
in the Ryukyu Island. Plant Disease Reporter 35(6):226-
267. 1951.
212. SWEET POTATO (witches broom resistance). *In* Taiwan,
China. Asian Vegetable. Research and Development Cen-
ter. Annual Report 1974. Taiwan, 1975. Pp.109-111.
213. ———— . (nutritious greens). *In* Taiwan, China. Asian
Vegetable Research and Development Center. Annual Re-
port 1974. Taiwan, 1975. Pp. 107-109.
214. TALBERT, R. E. Weed control in sweet potatoes. Arkansas
Farm Research 16(2):13. 1967.
215. THOMAS, W. O. y GREEN, H. B. Chemical control of soil
insects attacking sweet potatoes. Mississippi. Agricul-
tural Experiment Station. Information Sheet no. 755.
1962. 1 p.
216. THOMPSON, H. C. y BEATTIE, J. H. Sweet potato storage
studies. U.S. Department of Agriculture. Bulletin no.
1063. 1922. s.p.
217. ———— . y BEATTIE, J. H. Group classification and va-

- rietal description of American varieties of sweet potatoes. U.S. Department of Agriculture. Bulletin no. 1021. 1922. 30 p.
218. TING, Y. C. y KEHR, A. E. Meiotic studies in the sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). Journal of Heredity 44(5); 207-211. 1953.
219. TIOUTINE, M. G. Breeding and selection of sweet potatoes. Journal of Heredity 26:3-10. 1935.
220. TOGARI, Y. y KAWAHARA, U. Studies on the self and cross incompatibility sweet potato. I. On the different grades of incompatibility among the compatible matings. II. Pollen behaviour in the incompatible and compatible pollination. Bulletin of the Imperial Sericultural Experiment Station (Japan) 52:1-30. 1942.
221. ————. A study in tuberous root formation of sweet potatoes. Ministry of Agriculture, Experiment Station. Group Report no. 68. 1956. s.p.
222. TSUNO, Y. Sweet potato; nutrient, physiology and cultivation. Bulletin International Potash Institute, 1974. 73 p.
223. URITANI, I., SAITO, T. y HONDA, H. Induction of furano-terpenoids in sweet potato roots (infected with *Ceratocystis fimbriata*) by the larval components on the sweet potato weevils (*Cylas formicarius*, *Euscepes postfaciatus*). Agricultural and Biological Chemistry 39(9): 1857-1862. 1975.
224. URRUTIA, E. El cultivo del camote en la provincia de Lima. Perú. Estación Experimental Agrícola La Molina. Boletín no. 40. 1951. 28 p.
225. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. United States Standards for grades of sweet potatoes. Washington, D.C., 1963. 4 p.
226. VILLAREAL, R. L. The vegetable industry's answer to the protein-gap among low salaried earners. Proc. Soc. Adv. Veg. (Phil.) 5:40-59. 1971.
227. WALL, J. L. The use of aluminum foil for growing vegetables. Reynolds Metals, Co., 1947. s.p.
228. WALTER, C. J. The effect of nitrogen on leaf area and tuber production in the sweet potato (*Ipomoea batatas*). Thesis,

- M.Sc. Trinidad, University West Indians, Faculty of Agriculture, 1966. 122 p.
229. WANG, H. y CHING-KUAN, C. Studies on inducing the hard blooming varieties of sweet potatoes to bloom. *Journal of the Agricultural Association of China (n.s.)* 140:5-24. 1956.
230. WARE, L. M. y JOHNSON, W. A. Effects of organic materials, fertilizers and irrigation on the yield of sweet potatoes. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 52:317-321. 1948.
231. WELCH, N. C. y LITTLE, T. M. The effect of heating and cutting roots on sweet potato sprout production. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 88: 477-481. 1966.
232. WILSON, L. A. The use of rooted leaves and grafted plants for the study of carbohydrate metabolism in sweet potato. *In International Symposium on Tropical Root Crop, 1st. St. Augustine, Trinidad, 1967. Proceedings. St. Augustine, Trinidad, University of the West Indies, 1967. V.1, pp. 46-60.*
233. ————. Biochemical aspects of the mechanism of tuberization. Trinidad. University West Indies, Faculty of Agriculture. *Half Yearly Report* 2:62. 1969.
234. ————. The process of tuberization in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). *In International Symposium on Tropical Root and Tuber Crop, 2nd. Honolulu, Hawaii, 1970. Proceedings. Honolulu, Hawaii, University, 1970.*
235. ————. Effect of different levels of nitrate-nitrogen supply on early tuber growth of sweet potato cultivars. *Tropical Agriculture* 50(1): 53-54. 1973.
236. ————. Improvement and development of tropical root crop. *In Interdisciplinary Symposium, Proceeding. Singapore, 1974. Pp. 65-92.*
237. WOODFROD, J. G. *et al.* Canning sweet potatoes. Georgia. Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 12. 1955. 60 p.
238. ————. y CECIL, S. R. Sweet potato chip. Georgia. Agricultural Experiment Station. Leaflet no. 6. 1955. 2 p.

239. YAMAGUCHI, T. y NAKAJIMA, T. Hormonal regulation of organ formation in cultured tissue derived from root tuber of sweet potato. IV. Tissue culture. Proceedings of the Crop Science Society (Japan) 44:1121-1127. 1975.
240. YOUNG, W. A., HERNANDEZ, T. P. y MILLER, J. C. The effect of mulches on early sweet potato plant production, soil temperatures, and soil moisture. Proceedings of the Association of Southern Agricultural Workers 57:205-206. 1960.
241. YUNOE, T. y ANDO, T. Studies on seed set of sweet potato. I. Effect of temperature on fertility. Kyushu Agricultural Research no. 37. 1975. 62 p.
242. ZHUKOVSKY, P. M. Cultivated plants and their wild relatives. Systematic, geography, cytogenetics, ecology, immunity, origin. Leningrad, Kolos, 1975. 752 p.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

ABSTRACTS ON TROPICAL AGRICULTURE (Netherlands, Amsterdam). Mensual. Antes: "Tropical Abstracts".

AGRINDEX (Roma, Italia). Mensual.

BIBLIOGRAPHY OF AGRICULTURE (Washington, E.U.A.). Mensual.

BIOLOGICAL ABSTRACTS (Lancaster, E.U.A.). Mensual.

BIOLOGICAL AND AGRICULTURAL INDEX (New York, E.U.A.). Mensual.

CURRENT CONTENTS (Phyladelphia, E.U.A.). Semanal.

FIELD CROP ABSTRACTS (England, Farnham Royal, Bucks). Mensual.

INDICE AGRICOLA DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE (Turrialba, Costa Rica). Mensual.

PLANT BREEDING ABSTRACTS (England, Farnham Royal, Bucks). Mensual.

SCI/TECH, QUATERLY INDEX (Washington, E.U.A.). Mensual

ESTA EDICION DE 5.000 EJEMPLARES SE TERMINO DE IMPRIMIR EN LOS TALLERES EDIGRAF, DELGADO 834, BUENOS AIRES, EL DIA 20 DE MAYO DE 1978.



IICA CH