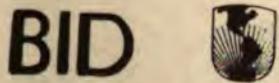




IICA-CIDIA



PROCIANDINO

III CURSO CORTO

INVESTIGACION PARA LA PRODUCCION DE HABA, LENTEJA, ARVEJA Y GARBANZO EN LA SUBREGION ANDINA

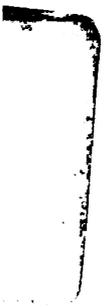
PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA PARA LA SUBREGION ANDINA

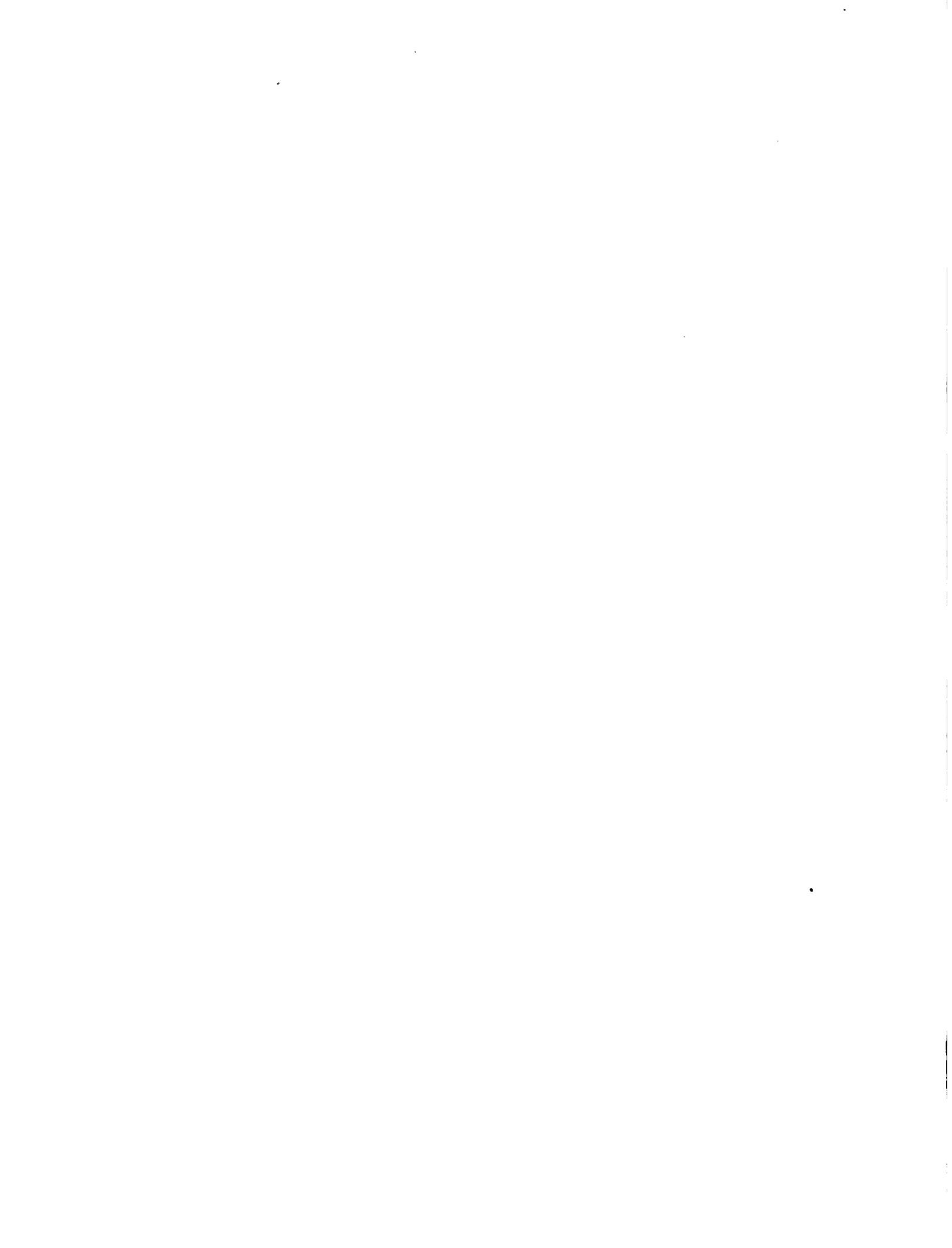
BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA

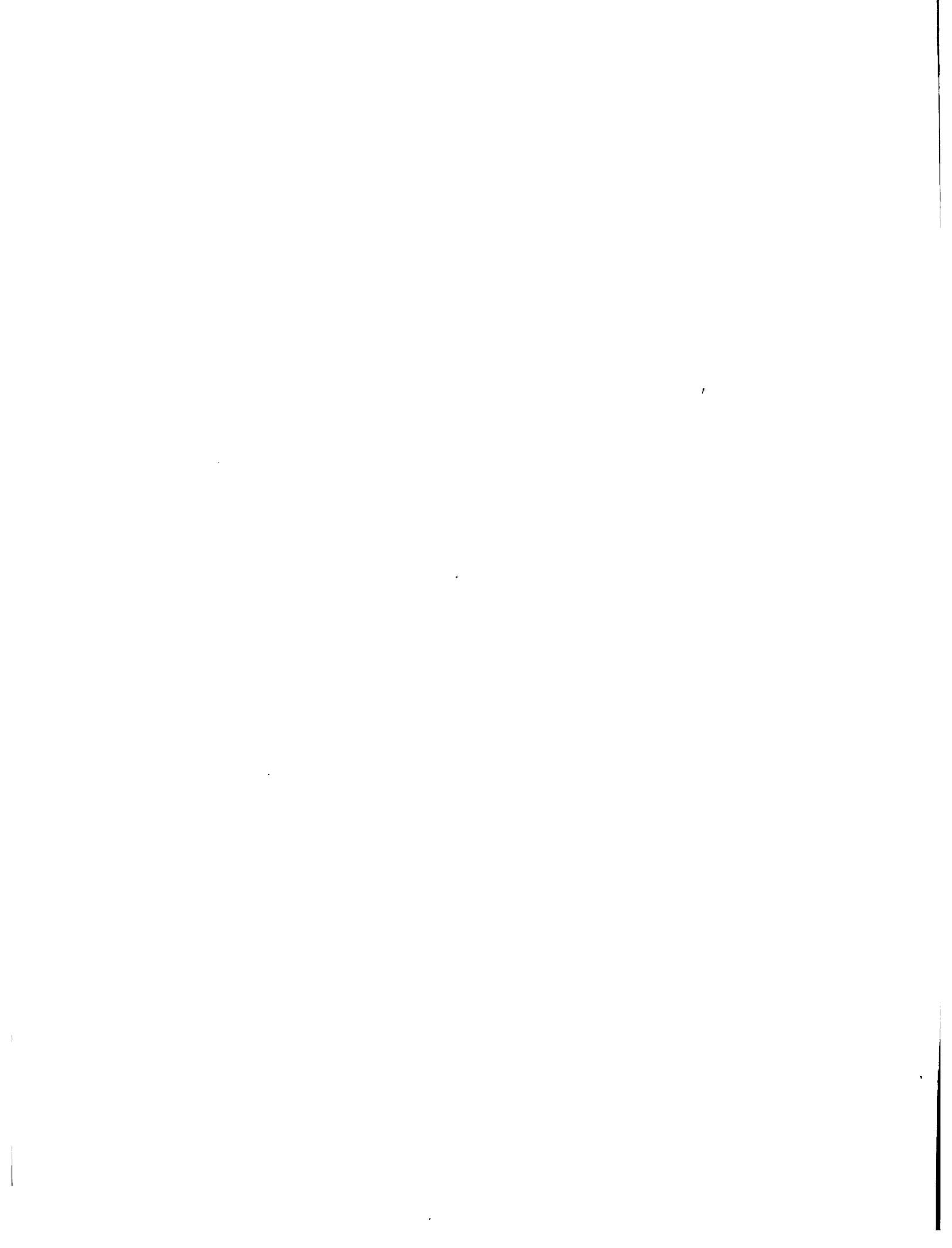


...

...







**PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA
PARA LA SUBREGION ANDINA
P R O C I A N D I N O**

III CURSO CORTO

**INVESTIGACION PARA LA PRODUCCION DE HABA, LENTEJA, ARVEJA
Y GARBANZO EN LA SUBREGION ANDINA**

Editores:

Guillermo Hernández-Bravo

B. Ramakrishna

Quito, Ecuador

Pasto, Colombia

Septiembre, 1989

8425-7

H55700

00006623

Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para
la Subregión Andina - PROCIANDINO
Dirección Postal: Apartado 201-A
Mariana de Jesús 147 y La Pradera
Quito, Ecuador.

Edición: G. Hernández-Bravo
B. Ramakrishna

CITACION

IICA-BID-PROCIANDINO. 1989. III Curso Corto. Investigación para la Producción de Haba, Lenteja, Arveja y Garbanzo en la Subregión Andina. Ed. por G. Hernández-Bravo y B. Ramakrishna.

400 p.

Arveja/Aspectos Agronómicos/Bolivia/Colombia/Ecuador/Ensayos Internacionales/Garbanzo/Haba/ICARDA/Leguminosas/Lenteja/Mejoramiento Genético/Perú/Plagas y Enfermedades/Producción de Semilla/Recursos Genéticos/Rhizobium/Sistema de Cultivos/Varietades/Venezuela/Zonas Altas.

Este Curso Corto corresponde al Evento codificado como 3.1.7 en el Plan Trienal de las actividades técnicas del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina PROCIANDINO.

Fue organizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Ecuador y por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), entidades responsables de ejecutar en estos países las actividades planificadas por el IICA-BID-PROCIANDINO.

Coordinadores locales:

**Edmundo Cevallos
Ecuador
Gilberto Bastidas
Colombia**

Coordinador Internacional:

G. Hernández-Bravo

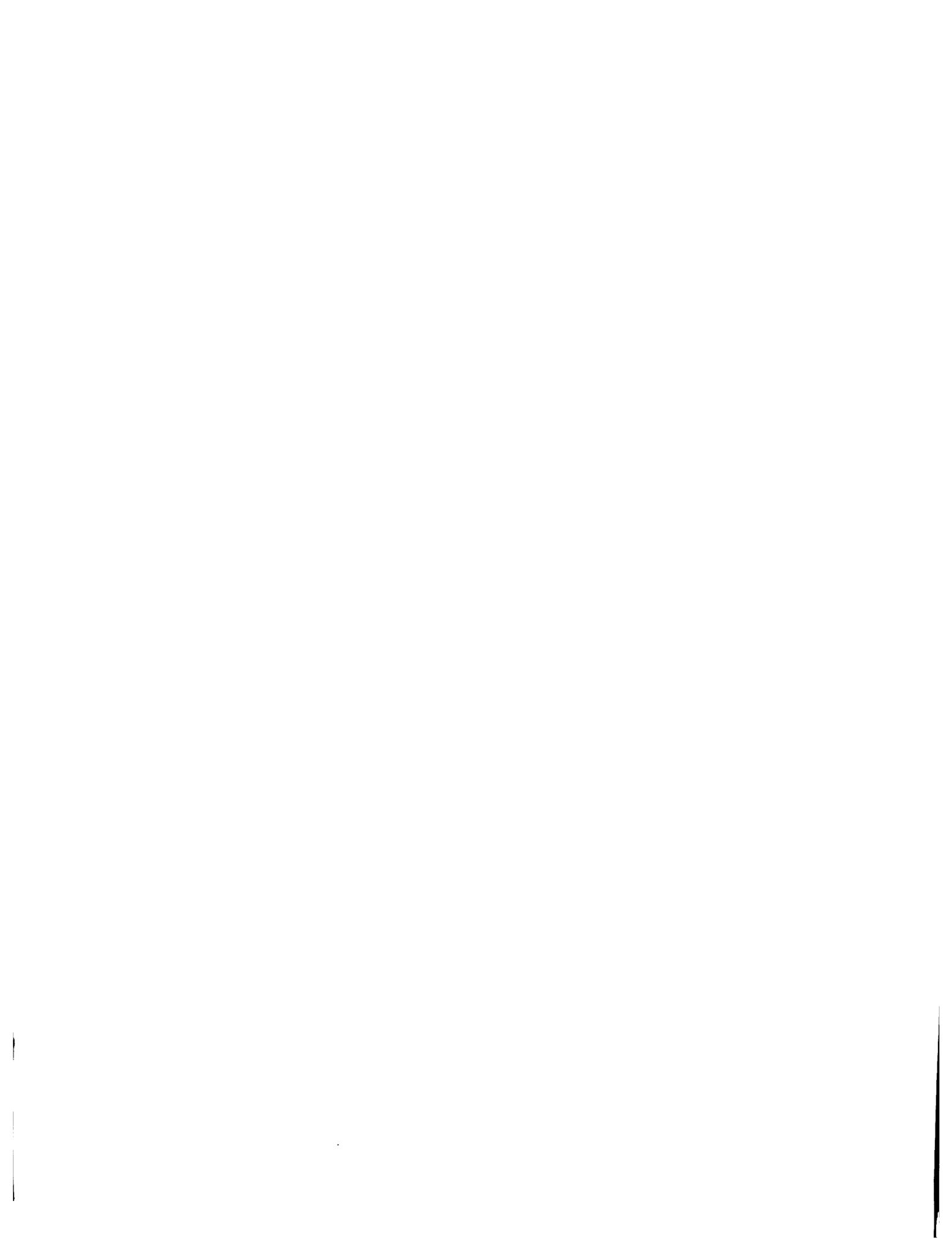


TABLA DE CONTENIDO

		<u>Página</u>
Presentación	Nelson Rivas V. IICA-PROCIANDINO	i
Introducción	B. Ramakrishna IICA-PROCIANDINO	iii
Conclusiones y recomendaciones		v
<u>Sección I. Diagnóstico de los países</u>		1
Bolivia:		
Diagnóstico sobre la producción e investigación de haba, arveja, garbanzo y lenteja en Bolivia	Mario Crespo M. CFP, Bolivia	3
Colombia:		
Situación actual de la producción de arveja, haba, garbanzo y lenteja en Colombia	Jaime Osorio B. ICA, Colombia	13
Ecuador:		
Diagnóstico de la producción e investigación de haba, lenteja, arveja y garbanzo en el Ecuador	Iván Garzón <i>et al.</i> INIAP-MAG, Ecuador	25
Peru:		
Diagnóstico de la producción de arveja y lenteja en la Sierra Norte del Perú	Segundo Terrones C. INIAA, Perú	43
Subregión Andina:		
Características de las principales variedades de leguminosas de grano en las zonas altas de la Subregión Andina	G. Hernández-Bravo IICA-PROCIANDINO	53
<u>Sección II. Temas específicos por cultivos</u>		67
Arveja:		
Recursos genéticos de arveja (<u>Pisum sativum</u>)	Mario Lobo A. ICA, Colombia	69
Mejoramiento genético de la arveja (<u>Pisum sativum</u>)	Mario Lobo, Emile Girard ICA, Colombia	79
Caracterización en arveja	Patricia Hoyos P. ICA, Colombia	83

		<u>Página</u>
Plagas de la arveja y su control	Hugo Calvache ICA, Colombia	93
Estudio y control de las enfermedades de la arveja en Colombia	Jorge Velandia ICA, Colombia	99
Garbanzo:		
Recursos genéticos de garbanzo	R.S. Malhotra ICARDA, Siria	105
Mejoramiento genético del garbanzo	R.S. Malhotra ICARDA, Siria	127
Haba:		
Recursos genéticos del haba	R.S. Malhotra ICARDA, Siria	169
Informe sobre la producción de haba en Perú	Roberto Horqqe F. INIAA, Perú	189
Lentejas:		
Recursos genéticos de la lenteja	R.S. Malhotra ICARDA, Siria	223
Mejoramiento genético de lenteja	Gabriel Bascur B. INIA, Chile	241
<u>Sección III. Temas comunes aplicables a las leguminosas en general</u>		263
Ensayos internacionales de leguminosas de grano en el ICARDA (lenteja, haba, y garbanzo Kabuli)	R.S. Malhotra ICARDA, Siria	265
Ensayos de variedades de leguminosas de grano en red en la Subregión Andina	E. Cevallos, C. Villasis INIAP, Ecuador	279
Adaptación y algunos aspectos agronómicos de lentejas, garbanzos, habas y arvejas	Mario Paredes INIA, Chile	291
Suelos, fertilizantes y uso de <u>Rhizobium</u> en leguminosas de grano	José Espinoza M. INIAP, Ecuador	333
Sistemas de producción y cultivos asociados de leguminosas de grano en Colombia y Ecuador	J. Hiram Tobón ICA, Colombia	345
Reducción de labranza en cultivos de ladera	Marino Rodríguez ICA, Colombia	363

Mecanización apropiada para el pequeño productor de la Región Andina	L. Guerrero Jiménez ICA, Colombia	367
Identificación de síntomas, investigación y control de las principales enfermedades (haba, lenteja y garbanzo)	Habib Ibrahim ICARDA, Siria	373
Producción, selección y uso de semilla mejorada de leguminosas comestibles	Hernán Naranjo INIAP, Ecuador	387
Publicaciones en América del Sur y su intercambio (haba, lenteja, arveja y garbanzo)	Gabriel Bascur B. INIA, Chile	395
Discurso de bienvenida	Pablo Larrea H. INIAP, Ecuador	i
Palabras alusivas	Víctor Palma IICA-PROCIANDINO	iii
Palabras alusivas	Jaime Román IICA, Ecuador	vii
Discurso de inauguración	Iván Restrepo MAG, Ecuador	x
Discurso de clausura	G. Hernández-Bravo IICA-PROCIANDINO	xiii
Discurso de clausura	Saúl Camacho ICA, Colombia	xv
Lista de participantes		xvii



PRESENTACION

En la producción de los cultivos de haba, lenteja, arveja y garbanzo, incluidos como productos del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina (PROCIANDINO), la concurrencia de un conjunto de factores ambientales e insumos tecnológicos adquiere más relevancia por referirse a un renglón alimentario de primer orden y de significativo impacto socioeconómico actual y potencial en las poblaciones de los países del PROCIANDINO.

Diferentes vertientes disciplinarias fueron abordadas en este curso, cuyo marco contempló las fuentes germoplásmicas y los métodos de selección más apropiados para alcanzar cultivares promisorios; el reconocimiento de plagas y enfermedades y sus métodos de control integral; manejo agronómico de los cultivos; métodos de labranza y mecanización con fines de conservación de suelos; insumos rizobiológicos y la nutrición mineral; producción de semillas; al igual que el enfoque sistémico para la producción de estas leguminosas de grano.

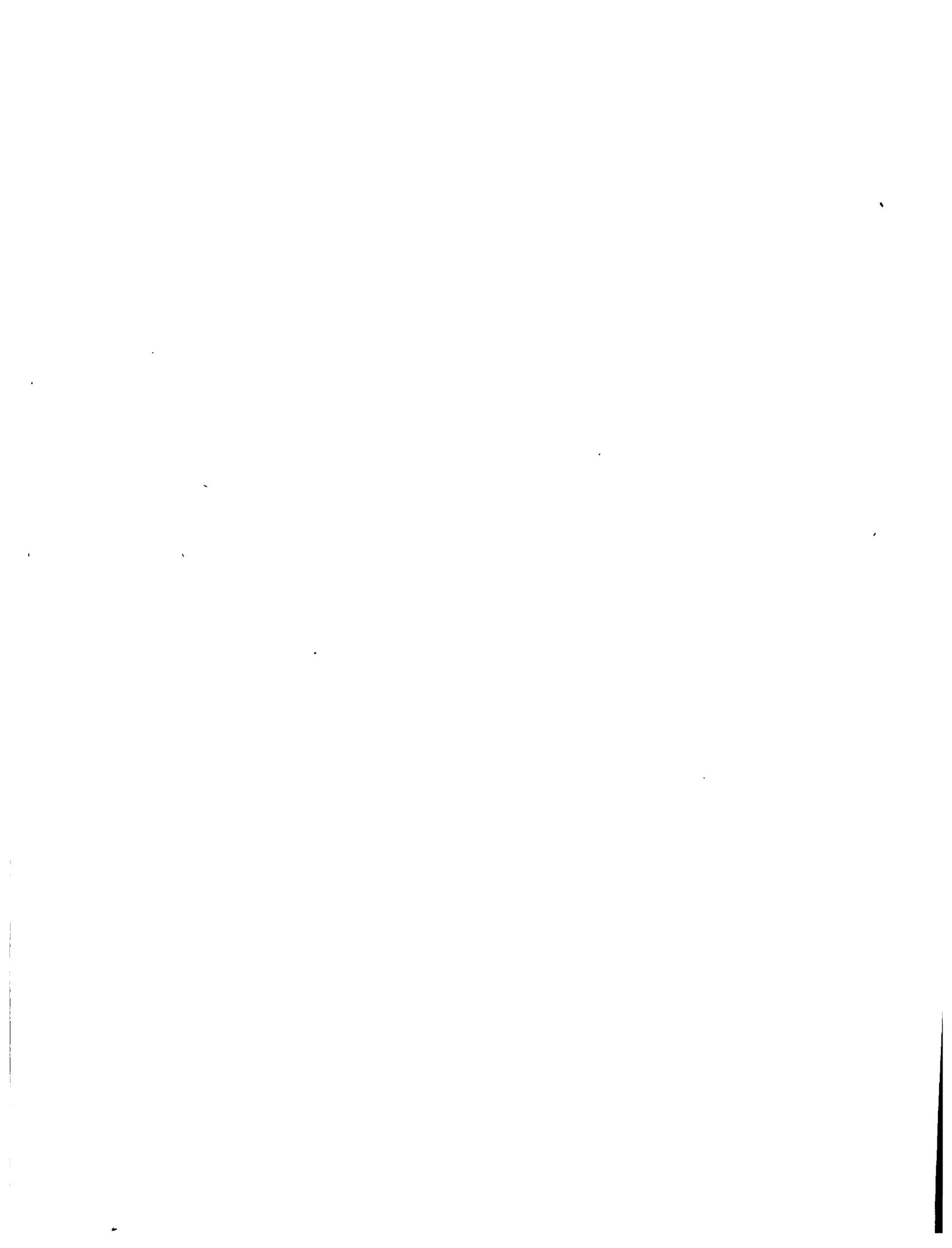
Durante el desarrollo del evento, se contó con la participación de profesionales de los países del PROCIANDINO y con la colaboración de especialistas del Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA) de Chile, del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y del International Center for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA), que en conjunto se integraron en un escenario técnico-científico apropiado para el intercambio de conocimientos y experiencias y promover la cooperación recíproca, propósito fundamental del Programa.

Por otra parte, la acertada coordinación del curso y el apoyo sostenido del ICA-Colombia e INIAP-Ecuador, permitieron la concurrencia técnico-práctica tanto de las Estaciones Experimentales de ambas instituciones de investigación como en los campos de productores de estos países.

En su contexto, las Memorias de este curso que se están presentando, consolidan las ponencias de los participantes y las acciones concertadas en materia de investigación y transferencia horizontal de conocimientos y experiencias entre los países y con el apoyo del INIA, CIAT e ICARDA.

Nelson Rivas V.

DIRECTOR



INTRODUCCION

El presente documento es una compilación de los trabajos presentados al Curso Corto sobre Investigación para la Producción de Haba, Lenteja, Arveja y Garbanzo, efectuado en marzo de 1988. (El cultivo del garbanzo no está incluido en el PROCIANDINO, sin embargo, se lo introdujo por su importancia y el interés del ICARDA).

La naturaleza de los trabajos discutidos en el Curso fue diversa, abarcando desde diagnósticos de los cultivos por países, hasta temas muy especializados como el análisis de los recursos genéticos en un cultivo determinado.

Considerando esta diversidad, la presente Memoria se divide en tres secciones fundamentales:

- 1. Diagnóstico de los países.*
- 2. Temas específicos por cultivos (arveja, garbanzo, haba y lenteja).*
- 3. Temas comunes aplicables a las leguminosas comestibles en general.*

Las tres secciones en su conjunto revelan los problemas, avances, áreas críticas y prioritarias y también las acciones de investigación cooperativa entre los cinco países. Las acciones conjuntas acordadas en el Curso significan necesariamente la transferencia de tecnología entre los países.

Los avances tecnológicos en la Subregión sobre los cultivos de leguminosas, objeto del Curso, no son espectaculares. La identificación de oferta y demanda tecnológicas revelan una gran demanda de tecnología ante la mínima o insignificante disponibilidad subregional de tecnología. Esto lógicamente crea condiciones propicias para la investigación cooperativa en estos cultivos.

Las principales acciones acordadas en el Curso consisten en tres tipos:

- 1. Proyectos cooperativos de investigación en los cultivos.*
- 2. Capacitación.*

3. Intercambio recíproco de conocimientos e información de los avances tecnológicos en cada cultivo.

Estas acciones también integran los Centros Internacionales CIAT, ICARDA e INIA-Chile.

Los Proyectos de Investigación se refieren, en líneas generales, al intercambio de germoplasma y a los ensayos uniformes, a los aspectos agroeconómicos y al control de enfermedades en cada cultivo. La capacitación se refiere principalmente a los aspectos de fitomejoramiento, manejo de viveros y ensayos internacionales, enfermedades causadas por Botrytis, y a la labranza mínima asociada con los cultivos de interés. El intercambio de información hace énfasis en aspectos tales como: material genético disponible, tecnología de producción, investigación en fincas, sistemas de producción, sistemas de cultivos y maquinaria agrícola asociada con los cultivos de leguminosas comestibles.

Existiendo este análisis tan preciso de los problemas, potencialidades y las líneas y perfiles de acción, solo quedaría elaborar un plan que sistematice los deseos y compromisos con el fin de establecer formalmente las responsabilidades y acciones que garanticen el seguimiento de los avances y logros cooperativos.

El objetivo de la Memoria de este Curso Corto es poner a la disposición esta información tan valiosa sobre leguminosas de altura y generar la comunicación científica entre los investigadores de la Subregión, de tal modo que la transferencia de tecnología se fortalezca cada vez más.

B. Ramakrishna

IICA-BID-PROCIANDINO

III CURSO CORTO
INVESTIGACION PARA LA PRODUCCION DE HABA, LENTEJA, ARVEJA
Y GARBANZO EN LA SUBREGION ANDINA

(Evento 3.1.7)

Pasto, Colombia; Quito, Ecuador. Mayo de 1988

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

GRUPOS DE DISCUSION

(Mayo 10, 1988)

Grupo 1:

Tema: Principales aspectos de colaboración bilateral entre los países sobre investigación y problemas específicos.

Participantes:

Mario Crespo, Bolivia
Mario Lobo, Colombia
Edmundo Cevallos, Ecuador
G. Hernández-Bravo, IICA

Habib Ibrahim, ICARDA
Manuel Salas, Venezuela
Raúl Tastaca, Bolivia
Roberto Horque, Perú

1. El ICARDA propuso realizar un "Travelling Workshop" para 1989, en el que participen tres miembros del staff de este Centro Internacional (un fitomejorador, un fitopatólogo y un virólogo) junto con dos profesionales de cada uno de los 5 países de la Subregión Andina, además de Chile. La permanencia en cada país sería de dos a tres días y se analizaría la importancia de los diversos factores limitatorios de la producción en los cultivos de haba, lenteja, arveja y garbanzo. El PROCIANDINO deberá solicitar el financiamiento necesario al ICARDA para realizar este workshop.

2. Se decidió que el ICA de Colombia, a través del Dr. Mario Lobo, enviará al Ing. Mario Crespo de Bolivia, las variedades "diferenciales" de arveja para poder determinar en Bolivia cuáles son las principales razas de Fusarium que existen en las principales regiones productoras de dicho país.

3. Se decidió por parte de ICARDA y de los cinco países de la Subregión Andina más Chile, que se establezca un nuevo Proyecto Cooperativo en el PROCIANDINO sobre "Colección, evaluación y conservación de nuevo germoplasma en América del Sur" y evaluarlo en forma de red entre los seis países. Este nuevo proyecto apoyaría las necesidades de los cuatro proyectos de investigación sobre leguminosas de grano que están operando a la fecha dentro del PROCIANDINO. Parte de este germoplasma se conservaría en la Subregión Andina y parte en el ICARDA. El Programa solicitará el financiamiento necesario al ICARDA (tal vez con el apoyo del IBPGR) para la realización de este proyecto.

4. El ICARDA propuso realizar un plan a corto plazo para iniciar la capacitación en dicho Centro Internacional, de profesionales de los cinco países de la Subregión y Chile que estén trabajando en "Fitomejoramiento de haba". También se decidió que la capacitación sobre "Mejoramiento genético en lenteja", sería apoyado por el INIA de Chile.

5. Se acordó que el ICA de Colombia, a través del Dr. Mario Lobo, enviará a Venezuela próximamente un ensayo uniforme de variedades de arveja. En forma semejante, el INIAP de Ecuador, a través del Ing. Edmundo Cevallos, enviará un ensayo similar sobre lenteja.

6. El ICARDA propuso iniciar, lo más pronto posible, un programa de capacitación en dicho Centro Internacional de profesionales de algunos países de la Subregión Andina sobre "Manejo de viveros y ensayos internacionales de rendimiento". Esta capacitación se haría también siguiendo un orden de prioridades.

7. Se decidió que en el futuro cercano, los países del Programa Cooperativo, determinen qué país de la Subregión se puede responsabilizar para hacer los "screening" para la selección de líneas resistentes a Fusarium en haba. Se señaló que este país probablemente sea Bolivia. El ICARDA hizo saber a los países que ellos tienen ese proyecto dentro de su programa de investigación.

8. Se decidió, de común acuerdo con el ICARDA, la necesidad de capacitar en este Centro Internacional a un fitomejorador que trabaje en haba del INIAA de Perú, con énfasis en la enfermedad causada por Botrytis.

GRUPOS DE DISCUSION

(Mayo 12, 1988)

Grupo 1:

Tema: Ensayos uniformes de adaptación y rendimiento de variedades de leguminosas en red, que los países podrían establecer en la Subregión Andina.

Participantes:

Rajindra Malhotra, ICARDA
Mario Lobo, Colombia
Tomás Galarraga, Ecuador
Erasmus Sanabria, Bolivia
Gabriel Arguello, Colombia
Carlos García, Perú

José Pinzón, Ecuador
Manuel Salas, Venezuela
Gabriel Bascur, Chile
Roberto Horqqe, Perú
G. Hernández-Bravo, IICA

Objetivo

Definir las necesidades de ensayos cooperativos entre países principalmente de adaptación de materiales o de algún problema específico, estableciéndose un compromiso de los países participantes a apoyar al país que se designe responsable.

Se acuerda que se tomará como base de este trabajo cooperativo a las prioridades establecidas en la reunión del Grupo 2 del día martes 10, donde un país tomaría la responsabilidad como Coordinador sobre un problema definido.

Putriciones de raíz en haba

País responsable Bolivia, el que desarrollaría la evaluación preliminar de materiales procedentes de ICARDA y/o suministrados por los países que tengan interés en probar sus materiales. Esto se iniciaría en la presente temporada de cultivo. Los materiales promisorios seleccionados después, podrían ser evaluados en los países interesados que tengan el problema.

El Dr. Malhotra definirá con el responsable de Bolivia, la metodología a utilizar, estableciéndose algunos requisitos básicos como son:

- . Sitio donde haya existido el problema en los últimos años.

- . Aumentar el inóculo, recolectando plantas de diferentes cultivos de agricultores e incorporarlos al sitio donde se establecerá el ensayo.
- . La necesidad de terreno, no sería más allá de 1/10 hectáreas, lo que permitiría evaluar 500 materiales aproximadamente.

Botrytis en haba

Se reconfirma a Perú con el acuerdo de los representantes de los países, como responsable de las evaluaciones en este problema.

Barrenador en haba

Se retira el compromiso de liderazgo por parte de Colombia debido a la complejidad e inexistencia de metodologías adecuadas de screening, así como también de fuentes de resistencia. Sin embargo, Colombia se compromete a divulgar cualquier información que se obtenga en el país, como producto del trabajo que normalmente realiza dentro de sus líneas de investigación del programa nacional.

Virus en haba

Se define que Perú tomará la responsabilidad de este problema a nivel regional; sin embargo, esta definición quedaría pendiente hasta que se conozcan las recomendaciones que harán los especialistas de ICARDA en su próxima visita a la Región.

Roya en haba

Se confirma la responsabilidad de Colombia para coordinar este problema.

Roya en lenteja

Se confirma la responsabilidad de Ecuador para coordinar este problema.

Botrytis en lenteja

De común acuerdo por los países, se elimina como prioridad para la Región.

Fusarium en lenteja

Se propone, previa confirmación del Coordinador del Programa de Leguminosas de Grano de Colombia, la responsabilidad de desarrollar este proyecto.

Arveja

Se confirma la continuidad de Colombia en los compromisos adquiridos con anterioridad para el desarrollo, evaluación y suministro de germoplasma a la Región.

GRUPOS DE DISCUSION

(Mayo 20, 1988)

Grupo 1:

Tema: Necesidades y colaboración entre países de germoplasma, material genético mejorado de arveja y garbanzo, principalmente.

Participantes:

Mario Crespo, Bolivia
Jaime Osorio, Colombia
Carlos Bada, Perú
Gilberto Bastidas, Colombia
Patricia Hoyos, Colombia

Oscar Checa, Colombia
Carlos Vallejo, Ecuador
Tomás Galárraga, Ecuador
Gabriel Bascur, Chile

Las necesidades, políticas de intercambio y responsabilidades relacionadas con germoplasma y material genético a nivel del PROCANDINO, han sido discutidas y asignadas en las distintas sesiones de grupos de discusión realizadas en el transcurso del curso, principalmente para haba y lenteja. Sin embargo, se desea ratificar algunas acciones relacionadas con las especies de arveja y garbanzo.

Arveja

- Se ratifica la responsabilidad de Colombia en lo que respecta a evaluación de germoplasma y suministro de poblaciones segregantes a los países que lo soliciten.

- . Colombia solicita, asimismo, a los distintos países que para cumplir con el punto anterior, se proceda a entregar sus materiales seleccionados a la brevedad posible en el caso de los países que ya lo han efectuado continuar suministrando materiales nuevos.
- . Colombia considera que un número mínimo de líneas y/o materiales por recibir sería de 20 por país y, en lo posible, con todos los antecedentes de pasaporte o información que se disponga. En caso de no disponer de esta información, que igualmente se proceda al envío del material a Colombia.
- . Se recomienda a nivel de cada país, la necesidad de realizar una recolección de información del germoplasma existente o colectado por distintas instituciones, de tal forma de tener un conocimiento amplio del germoplasma existente a nivel de cada país. Posteriormente, enviar la información a Colombia, en el caso que sea necesario, también el material, para implementar un germoplasma a nivel andino.
- . Colombia suministrará a Bolivia el "set" de diferenciales para pudriciones radiculares. Se analizó la factibilidad de ampliar esta posibilidad a otros países, para lo cual se determinó el mes de agosto de 1988 como plazo para que Ecuador y Perú confirmen a Colombia su posibilidad de poder realizar estas evaluaciones y, de esta forma, le sean enviados los materiales en el mes de marzo de 1989.
- . Se establece un ofrecimiento recíproco entre Colombia y Chile para intercambio de germoplasma, así como también de información sobre los trabajos que ambos países están realizando.

Garbanzo

- . Previo un intercambio de germoplasma de garbanzo, se debe hacer en cada país una inspección de zonas de adaptación para determinar las áreas donde a futuro se establezcan los trabajos en esta especie.
- . Para tal efecto y para los países que en la actualidad no disponen de material para desarrollar esta fase inicial de estudio de adaptación, Chile ofrece entregar una cantidad de semilla de un genotipo para que puedan

iniciar estos trabajos en 1988.

Además, varios países recibirán algunos materiales de ICARDA de acuerdo a lo establecido en la reunión conjunta con los coordinadores nacionales de los cinco países.

Finalmente, de acuerdo a lo expresado en sesiones anteriores y a la responsabilidad de Ecuador sobre el proyecto de roya en lenteja, INIA de Chile suministrará un vivero con materiales segregantes para que sean evaluados para roya.

Se requiere que cada país envíe germoplasma limpio de enfermedades y respaldado por el correspondiente certificado fitosanitario, con el propósito de evitar la difusión de patógenos en la Subregión.

GRUPOS DE DISCUSION

(Mayo 10, 1988)

Grupo 2:

Tema: Necesidades y colaboración entre países de germoplasma y material genético mejorado de haba y lenteja.

Participantes:

Erasmus Sanabria, Bolivia
Jaime Osorio, Colombia
Fernando Chamorro, Ecuador
Carlos García, Perú

Rajindra Malhotra, ICARDA
Segundo Terrones, Perú
Oscar Checa, Colombia
Carlos Vallejo, Ecuador

Haba

<u>Enfermedades</u>	<u>País responsable</u>	<u>Tipo de ensayo</u>
Roya	Colombia	Screening
<u>Botrytis</u>	Perú	Screening
Pudriciones de raíz	Bolivia	Screening
Virus	Perú	Screening

Lenteja

<u>Enfermedades</u>	<u>País responsable</u>	<u>Tipo de ensayo</u>
Roya	Ecuador	Screening
<u>Fusarium</u>	Colombia	Screening

Igualmente, se determinó el establecimiento de "parcelas de alto rendimiento con los principales materiales de cada país, de lenteja y haba". Se montaría el ensayo en cada país.

Para el caso de lenteja, se trabajaría con materiales para alturas mayores de 2.000 msnm.

Para el caso de haba, se trabajaría con materiales para alturas mayores de 3.000 msnm y materiales para alturas menores de 3.000 msnm. En haba, se tendría de 19 a 23 entradas más el testigo del país diferente al enviado a los otros países.

Se debe proceder primero a multiplicar los materiales para garantizar el envío de la cantidad de semillas necesarias en cada país. Aproximadamente, se requerirá de lentejas 100 g por entrada y, en haba, 480 semillas por entrada.

Para el caso de "ensayos de alto rendimiento", ICARDA enviará materiales de acuerdo a las necesidades de la Subregión para incluir en el ensayo.

El Dr. Malhotra dio instrucciones para el establecimiento de los ensayos.

1. Enfermedades

Para el caso de enfermedades se operaría de la siguiente manera:

Diseño:	Bloques al azar
Repeticiones:	Dos (2)
La distribución en campo sería:	Un surco de testigo altamente susceptible seguido de dos surcos de cada entrada y luego otro surco del testigo y así sucesivamente. T E E T E E T. Las longitudes del surco serían de 2 ó 4 metros, dependiendo de la responsabilidad de semilla.

Inoculación: 1. Tomar inóculo del campo, hacer una solución y luego asperjar en todo el campo.
2. Multiplicar el inóculo en el laboratorio en cajas de Petri.

Toma de datos: Cuando haya muestreo, el testigo una sola vez. ♠

2. Screening de viveros

Inicialmente hacer bloques de aumento.

Se siembran las líneas en un solo surco sin repeticiones. Se incluirán aproximadamente 10 materiales por país. Se considerarían tres testigos por cada cinco entradas; luego se haría la distribución al azar. Longitud de surco 4 m.

3. Ensayos de rendimiento

Diseño: Bloques al azar
Repeticiones: Tres (3)
Número de hileras por material: Cuatro (4)
Longitud de surco: 4 m

Observaciones

Las entidades o países responsables deben coleccionar y guardar la semilla con su "documentación". Los trabajos se desarrollan registrando algunos caracteres de acuerdo a las necesidades de cada país.

GRUPOS DE DISCUSION

(Mayo 12, 1988)

Grupo 2:

Tema: Necesidades y apoyo entre países sobre tecnología y metodología de la investigación en fincas.

Participantes:

Carlos A. Luna, CIAT
Carlos Vallejo, Ecuador
Oscar Checa, Colombia
Edmundo Cevallos, Ecuador
Manuel Salas, Venezuela
Segundo Terrones, Perú

Augusto Velásquez, Bolivia
Orlando Monsalve, Colombia
Fernando Chamorro, Ecuador
Raúl Tastaca, Bolivia
B. Ramakrishna, IICA

1. Estado actual

Ecuador

Cuenta con el PIP (Programa de Investigación en Producción) creado para desarrollar trabajos de investigación a nivel de fincas. Dentro de este Programa, existe un Coordinador Nacional y dos Supervisores: uno para la Costa y otro para la Sierra.

Dentro de las dificultades para el buen desarrollo del programa, se encuentra la escasez de personal y el hecho de no contar con suficiente presupuesto para su funcionamiento. El Programa ha funcionado con fondos procedentes de financiamiento externo.

Bolivia

No cuenta hasta el momento con un proyecto de investigación en fincas. Se han establecido ensayos en fincas para probar tecnologías generadas en centros experimentales, pero no se genera tecnología directamente en fincas de agricultores. En el país se cuenta con 115 agencias de extensión que prestan su servicio en todos los cultivos del pequeño agricultor.

Perú

Al igual que en Bolivia, en Perú la investigación en fincas no ha venido funcionando dentro de un proyecto de investigación definido; sin embargo, con la reestructuración del Instituto de Investigación Agraria y Agroindustrial, contempla la organización de un proyecto con tal objetivo. En la actualidad, el proceso se halla en las primeras etapas.

Venezuela

No hay un proyecto específico para investigación en fincas de agricultores. Existen problemas de comunicación entre investigadores y extensionistas; sin embargo, se realizan algunos ensayos de comprobación de tecnología a nivel de fincas.

Colombia

Tiene institucionalizado un proyecto de investigación en fincas, titulado

"Proyecto de Generación y Transferencia de Tecnología en Sistemas de Producción" (PGTTSP), que abarca no solo la investigación en leguminosas, sino las demás especies agrícolas y pecuarias que integran el sistema de la finca del agricultor.

El proyecto se está desarrollando inicialmente en cuatro regiones del país, cada una con características diferentes desde el punto de vista agronómico, climático, económico y social. Para la ejecución del proyecto, en cada Sección se cuenta en promedio con cuatro profesionales de las áreas agrícolas y pecuarias, de acuerdo con las necesidades de investigación en cada región. Complementa este equipo un antropólogo y un profesional en el manejo de post-cosecha. Además, se cuenta con un Centro Experimental en cada una de las zonas.

El proyecto está trazado para generar metodologías en sistemas de producción en fincas, tomando como referencia las experiencias de CIAT, CIMMYT y CATIE.

2. Necesidades

Todos los países coincidieron en que los principales limitantes para un efectivo desarrollo de la investigación en fincas son:

- . La escasez de personal
- . La escasez de recursos
- . Capacitación

En cuanto a capacitación, se hace énfasis en la necesidad de conocer metodologías relacionadas con investigación en sistemas de producción y tecnología sobre los elementos del sistema, entendiendo como elementos las diferentes especies agrícolas y pecuarias que hacen parte de la finca del agricultor.

Es necesario que los países de Perú, Bolivia y Venezuela definan si dentro de su política agropecuaria figura la estrategia de investigación en fincas.

3. Apoyo tecnológico

Considerando que dentro del sistema del agricultor existen problemas que pueden ser resueltos mediante la adaptación de tecnología generada en los países que agrupa el PROCIANDINO, para los diferentes tipos de leguminosas, presentamos a continuación la oferta tecnológica respectiva.

**Oferta tecnologica para los cultivos de leguminosas
de los países del PROCIANDINO**

Ecuador	Colombia	Bolivia	Perú	Venezuela
Mat. genético en lenteja y haba	Mat. genético haba y arveja	Manejo agronómico del cultivo de haba	Mat.genético de haba (variedades)	Mat.genético de frijoles negros
Densidades de siembra en lenteja y haba	Manejo del cultivo de arveja	Mat.genético de haba	Tecnología de asocio en haba	
Control de malezas en haba	Manejo de arveja y haba en sistema de asocio			

4. Apoyo metodológico

Teniendo en cuenta que dentro de los países del PROCIANDINO, Colombia presenta el mayor avance en el proceso de generación de metodología para la investigación en fincas, se sugiere que sea este país quien brinde a los demás integrantes de la Subregión, el apoyo metodológico respectivo con base en las experiencias obtenidas por el ICA y el CIAT.

GRUPOS DE DISCUSION

(Mayo 20, 1988)

Grupo 2:

Tema: Necesidad y colaboración entre países sobre técnicas y metodologías en sistemas de producción.

Participantes:

José Tobón, Colombia
Orlando Monsalve, Colombia
B. Ramakrishna, IICA
Erasmus Sanabria, Bolivia

Manuel Monsalve, Venezuela
Fernando Chamorro, Ecuador
Segundo Terrones, Perú

Bolivia

Puede ofrecer materiales mejorados y criollos de haba para siembra en siste-

mas de monocultivo. A Colombia le interesan las variedades que puedan sembrarse a alturas de 2.500 msnm.

Requiere información y metodología de investigación en sistemas para el arreglo (maíz x frijol voluble).

Perú

Ofrece tecnología en términos de genotipos, distancias de siembra, uso de Rhizobium en el arreglo (maíz x frijol voluble); ofrece además una metodología sobre rescate de tecnología de los agricultores y de priorización de sistemas de producción. Requiere metodología de investigación en sistemas.

Venezuela

Requiere metodologías de investigación en sistemas y materiales genéticos para los arreglos (papa x arveja) y (maíz x arveja).

Ecuador

Ofrece tecnología y experiencias en el arreglo (maíz x frijol voluble) a nivel de trabajos con los productores. Igualmente, estaría interesado en la metodología de investigación, devaluación y medidas de la interacción entre especies en asociación.

Se interesa en información sobre sistemas asociados de producción con haba, de Colombia.

Colombia

Está interesado en obtener metodologías y experiencias de investigación en asociaciones de frutales y leguminosas. Estudios de la incidencia de plagas y enfermedades en las asociaciones de cultivo; estudios del uso de Rhizobium en asociaciones. Un mayor conocimiento de las metodologías de análisis estadístico, agronómico y económico de los sistemas de producción.

Para todos los países parece claro que es necesario:

. Un buen intercambio de comunicación entre países.

- . Desarrollar indicadores de evaluación en sistemas de producción.
- . Garantizar una capacitación continuada a través de la acción.
- . Obtener metodologías de evaluación agronómica conjunta de especies.

Colombia parece ser el país entre los participantes, que más información tiene sobre el tema y podría organizar un seminario de trabajo en 1990 que abarca se los siguientes temas:

- . Discusión de metodologías de pruebas en el campo.
- . Identificar y priorizar sistemas de producción.
- . Cada país se responsabilizaría en definir cuáles leguminosas son más importantes en los estudios.
- . Intercambiar experiencias en haba y arveja sobre los sistemas de monocultivo y/o en asociación.
- . Analizar como incluir el garbanzo y la lenteja en sistemas de producción locales.

De interés general para los miembros del PROCINDINO, quedó señalado lo siguiente:

- . Cómo se pueden integrar bajo el enfoque de sistemas, los subprogramas de leguminosas, papa, oleaginosas y maíz?
- . Obtener una definición del sistema de producción a integrar.
- . Conocer las implicaciones, estrategias y actividades que se desarrollarían, al actuar estos subprogramas íntegramente bajo el mismo enfoque.
- . Conocer quienes vienen trabajando en sistemas de producción en cada país y cómo se hará el enlace entre ellos y PROCINDINO.

Finalmente, se recomienda impulsar e institucionalizar trabajos sobre sistemas de producción de especies involucradas en el Programa de PROCINDINO.

GRUPOS DE DISCUSION

(Mayo 10, 1988)

Grupo 3:

Tema: Necesidades y colaboración entre países sobre tecnología de producción, manejo de suelos y control de plagas.

Participantes:

Augusto Velásquez, Bolivia
José Pinzón, Ecuador
Carlos Bada, Perú

Manuel Monsalve, Venezuela
Néstor Angulo, Colombia
Iván Garzón, Ecuador

Arveja

Venezuela requiere mayormente información respecto a esta especie, tomando en cuenta que tiene áreas disponibles para iniciar en forma agresiva su cultivo.

Se incluye que los mayores problemas, en forma general en todos los países, son las enfermedades y plagas, especialmente pudriciones radiculares y antracnosis.

No se dispone de material genético que tenga resistencia a enfermedades.

En el caso específico del Perú, no han realizado investigación en cuanto a control de malezas.

Se requiere información respecto a procesos de transferencia de tecnología.

Es necesario iniciar investigación en asociaciones de cultivos.

Ante esta problemática se propone:

- a. Venezuela está entrando a un proceso de enseñanza al agricultor en el cual se demuestra que es posible que él obtenga su propia semilla. Paralelamente, se puede realizar una investigación en la cual Colombia con un programa cooperativo en arveja a nivel de la Subregión Andina, enviará líneas promisorias para que Venezuela inicie su proceso investigativo.
- b. En cuanto a control de malezas, igualmente se harán conocer los resultados de investigaciones realizadas o de recomendaciones.

Haba

Todos los países, excepto Venezuela, que no investiga este cultivo, tienen problemas con enfermedades y plagas, Botrytis, Roya, Rhizoctonia, barrenadores y minadores.

Todos los países realizan control químico de enfermedades y plagas. A nivel de pequeño agricultor se requiere información sobre manejo de suelos.

Se requiere información sobre sistemas de cultivos, especialmente dentro de los asociados.

- a. Se plantea iniciar un proceso de educación al agricultor en el cual se le haga conocer la forma adecuada del manejo de pesticidas. Se comprometen los países a realizar un intercambio de información (boletines técnicos, plegables, etc.).
- b. Se plantea un intercambio de experiencias entre profesionales a fin de conocer los trabajos específicos sobre manejo de cultivos, sistemas de siembra.
- c. Intercambio de materiales con resistencia a enfermedades entre los países de la Subregion e, igualmente, el ICARDA.

Lenteja

El problema con este cultivo es mayor tomando en consideración que ni Venezuela ni Bolivia, disponen de investigación en este cultivo. Ecuador y Perú se encuentran trabajando más que nada con variedades criollas e introducciones a las cuales se les está tratando de mejorar.

En términos generales, existe poca información de tecnologías sobre producción, manejo de suelos y control de malezas.

- a. La propuesta sería continuar con la colaboración del ICARDA en cuanto al recibo de material genético.
- b. Ecuador como Sede del Proyecto Cooperativo de Lenteja, igual se compromete a enviar los materiales promisorios a todos los países.

- c. El paquete tecnológico que se pueda concentrar, tan pronto se encuentre listo, será intercambiado entre los países de la Subregión.
- d. Referente a los países que no tienen este cultivo, es necesario un intercambio de experiencias con los países que han desarrollado más tecnología como Chile e ICARDA.

Garbanzo

Todos los países no tienen este cultivo como prioritario, todos los requerimientos son importados.

Los países, igualmente, no han desarrollado paquetes tecnológicos. Se requiere un intercambio de experiencias en donde hayan trabajos sobre manejo de suelos y todas las prácticas agronómicas del cultivo. El material genético promisorio es escaso; sin embargo, el compromiso es intercambiar el material disponible a fin de que sea evaluado en los otros países.

GRUPOS DE DISCUSION

(Mayo 12, 1988)

Grupo 3:

Tema: Necesidades y apoyo entre los países sobre intercambio de publicaciones técnicas y tecnología de producción.

Participantes:

Mario Crespo, Bolivia
Jaime Osorio, Colombia
Manuel Monsalve, Venezuela
Carlos Bada, Perú

Habib Ibrahim, ICARDA
Iván Garzón, Ecuador
Néstor Angulo, Colombia

La discusión se preparó en dos temas:

1. Publicaciones técnicas
2. Tecnología de producción

Para los dos temas se destacaron los aspectos

1. Oferta de cada país

2. Demanda de cada país.

Igualmente, la discusión se hizo por especie: arveja, haba, lenteja y garbanzo.

1. **Publicaciones técnicas**

a. Arveja

Oferta: Publicaciones por parte de Colombia y Perú.

Demanda: Todos los países requieren publicaciones sobre esta especie.

b. Haba

Oferta: Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú tienen disponibles publicaciones técnicas sobre la especie.

Demanda: Todos los países la requieren. Debe impulsarse el intercambio de publicaciones.

c. Lenteja

Oferta: Colombia y Ecuador tienen disponibles publicaciones técnicas.

d. Garbanzo

Oferta: Solo Perú.

Demanda: Todos los países.

En publicaciones se consideró la disponibilidad o existencia de bibliotecas en cada país, en las que se puede conseguir información sobre los trabajos en el respectivo país.

Bibliotecas

Venezuela: FONAIAP - Universidad Central, Maracay.

Bolivia: Universidad Mayor San Simón, Cochabamba.

Colombia: Biblioteca Agropecuaria de Colombia, Bogotá.

Ecuador: Biblioteca INIAP, Quito.

Universidad Central, Quito.

Universidad ESPOCH, Quito.

Se consideró que el Coordinador de Leguminosas en cada país puede coordinar

la recopilación sobre publicaciones disponibles en el país, o sea, hacer un "inventario" y comunicarlo a la Dirección del PROCIANDINO en el Ecuador.

Queda la inquietud sobre la procedencia y disponibilidad de recursos para reproducción y distribución de publicaciones.

Se propuso que es importante contar con un directorio en la Subregión, de todos los técnicos que trabajan en leguminosas, técnicos de las entidades oficiales y privadas.

2. Tecnología de producción

a. Tecnología de semillas

Oferta: Perú dispone de una metodología para producción de semilla de haba.

Demanda: Todos los países.

Nota: Se consideró que existe tecnología para la producción de semillas en otras leguminosas, como el caso de frijol.

b. Preparación de suelos

Oferta: Perú en la especie arveja sobre "Sistema de preparación de suelos".

Demanda: Todos los países.

c. Sistemas de siembra

Oferta: Colombia en arveja y haba "diferentes sistemas", incluyendo asociación de cultivos.

Ecuador en arveja "diferentes sistemas".

Perú en haba "diferentes sistemas en monocultivo y asociado".

Demanda: Todos los países.

d. Fertilización y Rhizobium

Oferta: Bolivia en haba.

Colombia en arveja y haba

Ecuador en arveja y haba

Perú en haba.

Demanda: Bolivia sobre niveles de fósforo

Colombia y Ecuador sobre cepas de Rhizobium

Perú sobre niveles de N-P-K.

e. Manejo de malezas

Oferta: Colombia en arveja "competencia de malezas"
Ecuador en arveja, haba y lenteja sobre control químico

Demanda: Todos los países.

f. Manejo de plagas y enfermedades

Oferta: Colombia sobre manejo de plagas en arveja y haba
Peru sobre manejo de enfermedades en haba, control químico

Demanda: Todos los países.

g. Labranza mínima

Oferta: Colombia en haba.

RECOMENDACIONES

- Colombia y Ecuador tienen cepas de Rhizobium sp. en arveja y haba. Se considera que pueden trabajar coordinadamente y extender la tecnología a los otros países de la Subregión.
- Las tecnologías deben remitirse a todos los países.
- Analizar la posibilidad de que algunas tecnologías en otras leguminosas, caso frijol, sean aplicables a las leguminosas que se trabajan en la Subregión.

GRUPOS DE DISCUSION

(Mayo 20, 1988)

Grupo 3:

Tema: Necesidades y colaboración entre los países sobre tecnologías de labranza mínima y manejo integrado de cultivos.

Participantes:

Marino Rodríguez, Colombia
Augusto Velásquez, Bolivia
Carlos García, Peru
Gabriel Arguello, Colombia

Jose Pinzón, Ecuador
Jose Espinosa, Ecuador
Jorge Velandia, Colombia

1. Que cada uno de los integrantes de este curso se comprometan a incentivar trabajos de investigación sobre labranza reducida, conformando grupos multidisciplinarios en cada uno de los países, en la medida en que lo permita la disponibilidad del equipo humano y la infraestructura física, aprovechando al máximo trabajos y experiencias preliminares.
2. El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) de Colombia, prestaría su colaboración a través del Programa de Maquinaria Agrícola a los países de Ecuador, Perú, Bolivia y Venezuela, en el asesoramiento para la elaboración de los protocolos de cada proyecto cuando lo consideren pertinente dichos países.

RECOMENDACIONES

1. La aplicación de tecnología sobre labranza reducida debe estar sujeta a una evaluación previa realizada en cada zona, debido a la amplia variabilidad de factores bióticos y abióticos.
2. Que en los trabajos de investigación en el área de labranza reducida, se haga énfasis en la evaluación de los efectos de las interacciones de esta práctica con los factores de manejo del cultivo como son: de siembra, fertilización, control de malezas, plagas y enfermedades.
3. Para el éxito de esta práctica, se requiere de la participación activa del agricultor en la evaluación de métodos e implementos de labranza.
4. Que en el diseño de implementos para la labranza reducida, se haga énfasis en el aspecto económico.
5. Que se fomenten eventos de entrenamiento sobre labranza reducida, seleccionando el personal participante que esté trabajando en áreas específicas y afines.

GRUPOS DE DISCUSION

(Mayo 20, 1988)

Grupo 4:

Tema: Necesidades y colaboración entre los países sobre tecnología de manejo agronómico de los cultivos y el uso de equipos agrícolas pequeños.

Participantes:

Iván Garzón, Ecuador
Raúl Tastaca, Bolivia
Manuel Salas, Venezuela

Roberto Horqqe, Perú
Néstor Angulo, Colombia

<u>PAIS</u>	<u>CULTIVO</u>	<u>OFERTA TECNOLOGICA</u>	<u>DEMANDA TECNOLOGICA</u>
Bolivia	Haba	. Densidad de siembra . Vars.: Pairumani 1,2,3 para zona de valles	Recabar información sobre tecnologías de manejo agronómico de Perú, Ecuador y Colombia
	Arveja	No hay oferta disponible	Paquete tecnológico de Colombia, Ecuador y Perú
	Lenteja	No hay oferta disponible	Paquete tecnológico: líneas promisorias de Ecuador y Chile. Densidad de siembra. Control fitosanitario (plagas y enfermedades), niveles de fertilización. Sistemas de siembra para solicitar a Ecuador y Chile
	Garbanzo	No hay oferta disponible	Líneas o variedades promisorias de Chile y México. Distancia y densidad de siembra. Control químico de malezas. Control de enfermedades. Solicitar todo esto a Chile y México
Perú	Haba	. Densidad de siembra . Sistema de siembra . Asociación (haba-quinua)	Control de malezas. Se solicitará a Ecuador
	Arveja	. Sistema de siembra . Asociación (arveja-mafz)	Densidad de siembra de Colombia. Variedades determinadas e indeterminadas de Colombia
	Lenteja	No hay oferta disponible	Líneas promisorias de Ecuador y Chile. Densidades de siembra de Chile
	Garbanzo	Variedades sobresalientes en Paiján y en Ica	Líneas promisorias de Chile. Control químico de malezas y control de enfermedades de México

<u>PAIS</u>	<u>CULTIVO</u>	<u>OFERTA TECNOLÓGICA</u>	<u>DEMANDA TECNOLÓGICA</u>
Ecuador	Haba	Control químico de malezas y plagas	
	Arveja	Control químico de malezas. Sistema de siembra (monocultivo, surco y al voleo). Sistema de tapado de semilla. Preparación de suelos	Niveles de fertilización (no disponible en la región). Manejo de plagas y enfermedades (no disponible en la región)
	Lenteja	Material promisorio. Control químico de malezas	Niveles de fertilización y sistemas de siembra de Chile
Colombia	Haba	Sistema y manejo de cultivo. Distancia y densidad de población	Variedades mejoradas de Ecuador, Perú y Bolivia Control químico de malezas de Ecuador
	Arveja	Sistema de siembra en monocultivo, al voleo, surco, enmallado y rutorado	Niveles de fertilización (no disponibles en la región)
		Distancia y densidad de población Líneas promisorias de crecimiento determinado e indeterminado	Control químico de malezas del Ecuador
	Lenteja	No hay oferta disponible	Niveles de fertilización (no disponible en la región). Distancia y densidad de siembra de Chile. Líneas promisorias y/o variedades de Chile. Control químico de malezas de Chile y Ecuador
	Garbanzo	No hay oferta disponible	Líneas promisorias de Chile y México. Distancia y densidad de siembra de Chile. Control químico de malezas de Chile. Control de enfermedades de Chile y México
Venezuela	Haba	No hay oferta disponible	Paquete tecnológico completo de Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia
	Arveja	No hay oferta tecnológica	Paquete tecnológico de Colombia y Ecuador (variedades y control de malezas, respectivamente)

<u>PAIS</u>	<u>CULTIVO</u>	<u>OFERTA TECNOLÓGICA</u>	<u>DEMANDA TECNOLÓGICA</u>
	Lenteja	No hay oferta tecnológica	Paquete tecnológico: variedad INIAP 406 de Ecuador. Densidad de siembra y niveles de fertilización de Chile
	Garbanzo	No hay oferta tecnológica	Líneas promisorias de Chile y México. Distancia y densidad de siembra de Chile. Control químico de malezas de Chile. Control de enfermedades de Chile y México

USO DE EQUIPOS AGRICOLAS PEQUEÑOS

1. Se determinó una oferta tecnológica común de equipos de tracción animal (arado, rastra, surcadora) de Ecuador, Bolivia, Perú y Colombia, para la preparación del suelo. Venezuela solicita diseños de prototipos de arados disponibles de tracción animal.
2. Colombia y Bolivia tienen cultivadoras de tracción animal, mientras que Ecuador, Perú y Venezuela carecen de este equipo. Se acordó un intercambio de información y/o prototipos de cada país.
3. Colombia ofertó tecnología sobre sembradoras, abonadoras y equipo de aplicación de pesticidas de tracción animal. El resto de los países manifestó carecer de estos equipos. Se acordó solicitar información sobre prototipos y modelos comerciales de parte de Ecuador, Perú, Bolivia y Venezuela.
4. En cuanto al manejo del suelo, se requiere continuar con el diseño de maquinaria agrícola adaptada a las condiciones del agricultor.

SECCION I.
DIAGNOSTICOS DE LOS PAISES

DIAGNOSTICO SOBRE LA PRODUCCION E INVESTIGACION DE HABA, ARVEJA, GARBANZO Y LENTEJA EN BOLIVIA

Mario Crespo Márquez *

INTRODUCCION

Las leguminosas de grano comestible, constituyen una fuente alimenticia de mucha importancia. En muchos casos resulta la más importante fuente de proteína para los pobladores de las zonas altas de Bolivia, ubicados en el altiplano, especialmente con el haba y la arveja que se cultivan en pequeñas extensiones bajo el sistema tradicional, para el autoconsumo por los pequeños agricultores, quienes destinan sus excedentes, que son muy pocos, a la comercialización en las ferias locales.

Los agricultores medianos producen casi exclusivamente para comercializar y utilizan una tecnología intermedia, con superficies cultivadas para las leguminosas que no exceden de 2 hectáreas, combinando la tecnología tradicional con algunos componentes de la producción moderna como fertilizantes, semilla mejorada y fitosanitarios.

En las zonas altas de Bolivia no se cultiva la lenteja ni el garbanzo y su consumo solo se ha localizado en las áreas urbanas.

El cultivo del haba y la arveja, también se extiende a la zona de los valles con alturas comprendidas entre los 2.000 y 2.800 msnm, aunque las variedades no sean las mismas; constituyen cultivos que ingresan en el sistema de rotación, como mejoradores del suelo, tanto por los agricultores pequeños como por los medianos.

El cultivo del garbanzo se ha localizado solamente en tres áreas comprendidas entre los 1.500 y 2.500 msnm, en los Departamentos de Cochabamba, Sucre y Santa Cruz, siendo la superficie cultivada muy pequeña en relación al arveja y el haba, su consumo es aún muy pequeño y exclusivo del área urbana.

* Ing. Agr. Encargado de la Sección Haba, Centro Fitotécnico de Pairumani, Cochabamba, Bolivia.

La lenteja no es un cultivo tradicional en Bolivia; actualmente se está introduciendo material de la zona Andina en forma de ensayos adaptativos en la zona del Valle cochabambino.

USO DE LA TIERRA

La situación general del uso de la tierra en Bolivia de acuerdo a estudios realizados, determina el poco aprovechamiento que se dá al potencial que dispone el país, especialmente en la zona tropical. En general, y de acuerdo al total nacional, solo el 1.08% de la tierra es cultivada. Esta relación puede expandirse incrementándose por lo menos hasta un 6.20% y llegar a un 7,98% del total nacional, factores socio-políticos, económicos y tecnológicos no han permitido un incremento racional de la actividad agropecuaria considerando el gran potencial que dispone el país.

El uso actual de la tierra en la agricultura, dado el margen posible de expansión que dispone, hace pensar en la necesidad de garantizar al agricultor, el insumo básico "semilla mejorada", que hoy por hoy representa una gran limitante en el uso racional de la tierra, pues la casi no existencia de este insumo en algunas especies, trae consigo el factor del desaliento por la poca productividad de los cultivos o la imposibilidad de su diversificación.

Haba

Dentro de las leguminosas utilizadas para consumo humano en el país, el haba (Vicia faba L.) ocupa un lugar de importancia por la cantidad consumida (47.213 TM en 1984) y por el aporte proteico.

Es un cultivo introducido del viejo mundo hace más de 3 siglos, siendo su uso amplio en la alimentación de los pobladores de las zonas altas. Su riqueza en proteína y su buena capacidad nitrificadora de los suelos, hacen de ella un valioso cultivo, con adaptación entre los 2.200 y 3.700 msnm. Especie típica de la rotación cultural con maíz o con papa.

El cultivo del haba a partir de 1976, año en el cual se tuvo una superficie cultivada de 28.000 hectáreas, ha sufrido un descenso sustancial hasta 1980 a un promedio de 5,9% anual, recuperándose en 1981 aparentemente sin alcanzar la cifra original. Solo a partir

de 1984 se supera la superficie original en un 11.4% y en base al dato estimado en 1985 en un 37,7%.

La producción de haba durante los últimos 10 años, tuvo una serie de oscilaciones entre descensos y ascensos sin lograr igualar las producciones de los años 76 y 77 manteniendo una tendencia a bajar casi siempre, solo en 1981 la producción ha sido superior a los demás.

Esto se explica por una falta de incentivo en la producción del cultivo, al no prestarle ninguna importancia, pese al alto valor nutritivo que posee y también a imprevistos naturales como la sequía del período 82-83, sumados ambos obstáculos condicionan un nivel de producción irregular.

La situación del cultivo en los últimos 10 años, tuvo muchas fluctuaciones de descensos y ascensos pequeños, tanto de la superficie cultivada como de la producción. No hubo importaciones ni exportaciones y la demanda interna mostró un aparente equilibrio con la cantidad producida, ver Cuadro 1.

GRADO DE TECNIFICACION DEL CULTIVO

El haba en Bolivia se cultiva bajo una tecnología tradicional, siendo un cultivo que entra en el sistema de rotación de cultivos después de la papa o maíz.

En el rubro específico de semilla mejorada, es uno de los cultivos que recientemente ha despertado su atención, siendo el Centro Fitotécnico de Pairumani el único que está trabajando con esta especie.

Al ser de enorme necesidad el conocer las características del germoplasma nacional, se recolectaron y estudiaron a partir de 1978 algunos ecotipos, los cuales nos mostraron las buenas oportunidades que se cuentan para escoger material bastante productivo. De un modo general, se pudo observar que en el país se ha conservado una variabilidad genética no despreciable.

Se continuó con el trabajo de mejoramiento en forma gradual a través de los años posteriores, contándose en el momento con algunas variedades mejoradas, las cuales se distribuyen a los agricultores por medio de instituciones específicas. En forma resumida,

Cuadro 1. Pronóstico Agrícola 1985. Hoja de balance para productos agrícolas seleccionados. Bolivia 1976-1985.

Variedad	Año	Superficie Hectáreas	Superficie Anual %	Producción Toneladas métricas	Producción Anual %	Importa- ciones (TM)	Existen- cias (TM)	Suministro total (TM)	Exporta- ciones (TM)	Demanda interna (TM)	Exce- dente (TM)
Haba	1976	28.000	0.00	54.880	0.00	0	0	54.880	0	54.880	0
	1977	27.000	(3.56)	52.920	(3.57)	0	0	52.920	0	52.920	0
	1978	24.665	(8.65)	45.490	(12.15)	0	0	46.490	0	46.490	0
	1979	22.760	(8.72)	35.530	(23.57)	0	0	35.530	0	35.530	0
	1980	21.895	(3.80)	37.130	4.50	0	0	37.130	0	37.130	0
	1981	26.220	19.75	53.910	46.19	0	0	53.910	0	53.910	0
	1982	23.015	(12.22)	45.000	(16.53)	0	0	45.000	0	45.000	0
	1983	12.581	(45.34)	14.813	(67.08)	0	0	14.813	0	14.813	0
	1984	31.209	148.06	47.213	218.73	0	0	47.213	0	47.213	0
	1985	38.571	23.59	50.526	7.02	0	0	50.526	0	48.967	1.559

6

Fuente: Cifras para los años 1976-1982 elaborados en base a datos del MACA, Departamento de Estadística; cifras para los años 1983-1985 estimadas en base a las encuestas de Pronóstico Agrícola 1983-1985, y datos del MACA, Departamento de Estadística.

podemos indicar algunos trabajos realizados en el campo del mejoramiento del haba:

- . Evaluación del germoplasma nacional.
- . Introducción de variedades de haba de la zona del Mediterráneo.
- . Formación de líneas puras.
- . Selección en diversas poblaciones.
- . Formación de compuestos y selección familiar.

La contribución de semilla mejorada de haba dentro de la superficie que se cultiva a nivel nacional es apenas del 0,32%, cantidad realmente insignificante, siendo necesario tomar en cuenta que estamos recién iniciando un trabajo de mejoramiento de esta especie.

Arveja

El cultivo de la arveja en Bolivia es muy antiguo y tiene particular importancia para el consumo interno, pues se constituye en una legumbre que acompaña casi todas las comidas criollas.

El contenido de proteína en la semilla de arveja fluctúa entre 20,5 - 22,6%, constituyéndose en una especie de alto valor nutritivo para la alimentación.

La arveja en Bolivia se cultiva bajo el nivel de tecnología tradicional. La tierra, mano de obra, semilla, implementos manuales, son de propiedad del agricultor, quien para su cultivo utiliza tracción animal y la fertilización que aplica al suelo es orgánica que se genera en el propio predio.

La semilla utilizada es la que han introducido las casas comerciales hace mucho tiempo, llegando a adaptarse convenientemente a las condiciones templadas de los Valles mesotérmicos y a las zonas altas del altiplano de Bolivia.

En esta especie, no se ha realizado ningún trabajo de mejoramiento genético en el país, por lo tanto, no se cuenta con semilla mejorada, o la que existe es la importada sin previos ensayos de rendimiento, el control de plagas y enfermedades lo realiza el campesino de acuerdo a sugerencias de las casas comerciales que comercian fitosanitarios.

La superficie cultivada con arveja, durante los últimos 10 años, tuvo una serie de oscilaciones entre descensos y ascensos sin lograr igualar porcentajes de la década anterior.

Esto se explica por la crisis económica con una inflación continua y a imprevistos naturales como la sequía del período 1982-1983; sumados ambos obstáculos, condicionan un nivel de producción irregular.

De un modo general, la producción y la demanda del producto, a lo largo de muchísimos años, se ha mantenido en un aparente equilibrio, el mismo que es regulado por el precio del producto; en efecto, los años donde se produce un excedente (período agrícola 1977-79) el precio de la arveja fue bajo, lo que ocasiona pequeñas disminuciones en el año próximo, ocurriendo lo contrario cuando existe un déficit productivo, ver cuadro 2.

Garbanzo

Se considera una leguminosa de importancia menor que las anteriormente descritas por la producción a nivel nacional y la superficie sembrada.

La semilla utilizada es la que han introducido también las casas comerciales hace mucho tiempo, siendo el tamaño del grano, que actualmente se cosecha, más pequeño que el del importado por el comercio. Se llegó a adaptar en la zona de los Negros del Departamento de Santa Cruz, Omereque en Cochabamba y la mayor superficie cultivada se localiza en el Departamento de Chuquisaca. En esta especie no se ha realizado ningún trabajo de mejoramiento genético, por lo tanto, no se cuenta con semilla mejorada.

La superficie cultivada de garbanzo, durante los últimos 15 años, fue de tendencia decreciente conforme pasaron los años, aunque el rendimiento tuvo un ligero incremento, ver Cuadro 3.

De un modo general, la producción de garbanzo a nivel nacional solo cubre el 20% de la demanda, cubriéndose el 80% restante con importaciones de países vecinos como Chile, Argentina y Perú.

El garbanzo no es diferenciado en su demanda por la procedencia, sino por el tamaño del grano. El consumo de garbanzo en el Departamento de Cochabamba, de acuerdo a un estudio realizado por el Proyecto de Riego "Altiplano/Valles" IBTA-GTZ, es de 61.53 toneladas.

El consumo per cápita de esta leguminosa es muy bajo. Los precios en relación a

Cuadro 2. Pronóstico Agrícola 1985. Hoja de balance para productos agrícolas seleccionados. Bolivia 1976-1985.

Variedad	Año	Superficie Hectáreas	Superficie Anual %	Proccuición Toneladas métricas	Proccuición Anual %	Importa- ciones (TM)	Existen- cias (TM)	Suministro Total (TM)	Exporta- ciones (TM)	Demanda interna (TM)	Exce- dente (TM)
Arveja	1976	13.200	0.00	29.610	0.00	0	0	29.610	0	29.610	0
	1977	13.100	(0.76)	23.570	(20.40)	0	0	23.570	0	22.241	1.239
	1978	9.175	(29.96)	23.460	(0.47)	0	1.329	24.789	0	22.864	1.925
	1979	9.640	5.07	20.840	11.17	0	1.925	22.765	0	22.182	583
	1980	8.555	(11.26)	19.815	(4.92)	0	583	20.398	0	20.298	0
	1981	10.320	20.63	22.455	13.32	0	0	22.455	0	22.455	0
	1982	10.450	1.26	25.862	15.17	0	0	25.862	0	25.862	0
	1983	8.500	(18.66)	9.840	(61.95)	0	0	9.840	0	9.840	0
	1984	11.850	39.41	17.481	77.65	0	0	17.481	0	17.481	0
	1985	15.314	29.23	19.998	14.40	0	0	19.998	0	19.998	0

Fuente: Cifras para los años 1976-1982 elaboradas en base a datos del MACA, Departamento de Estadística; cifras para los años 1983-1985 estimadas en base a las encuestas de Pronóstico Agrícola 1983-1985, y datos del MACA, Departamento de Estadística.

Cuadro 3. Datos estadísticos de producción de garbanzo en Bolivia. 1970-1985.

Año	Superficie (ha)	Variación anual (%)	Producción (t)	Variación anual (%)	Rendimiento (t/ha)
1970	1.050	0.0	500	0.0	0.5
1971	1.050	0.0	500	0.0	0.5
1972	1.050	0.0	500	0.0	0.5
1973	1.050	0.0	500	0.0	0.5
1974	1.100	4.7	600	20.0	0.5
1975	900	18.1	490	18.3	0.5
1976	860	4.4	470	4.0	0.5
1977	850	1.1	465	1.0	0.5
1978	460	45.8	255	45.1	0.5
1979	500	8.7	295	15.6	0.6
1980	440	12.0	255	13.5	0.6
1981	440	0.0	310	21.5	0.7
1982	410	6.8	275	11.2	0.7
1983	420	2.4	269	2.1	0.6
1984	343	18.3	216	19.7	0.6
1985	356	3.7	235	8.8	0.7

Fuente: MACA.

los cereales y el fideo son muy altos.

Lenteja

Es una leguminosa con alto valor alimenticio que podría permitir suplir las proteínas de origen animal en mezclas con cereales.

Lamentablemente, esta leguminosa se produce en nuestro país en muy poca cantidad, debido al poco interés demostrado por los organismos encargados de la investigación, no se tiene datos estadísticos acerca de la cantidad producida; entrevistas con los comerciantes indican que la mayor parte de lentejas ofrecidas en el mercado son de origen importado, de los mismos países de donde se importa el garbanzo.

Respecto a las características de la demanda, se observa que los consumidores prefieren lentejas importadas en razón a su mejor y rápido conocimiento.

El consumo de lentejas en el Departamento de Cochabamba, de acuerdo a estudios realizados por la institución antes mencionada, es de 89.47 toneladas.

SITUACION ACTUAL DE LA PRODUCCION DE ARVEJA, HABA, GARBANZO Y LENTEJA EN COLOMBIA

Jaime Osorio Bedoya *

INTRODUCCION

Las principales leguminosas de grano que se producen y consumen en Colombia son: frijol común (Phaseolus vulgaris), frijol caupí (Vigna unguiculata), frijol mungo (Vigna radiata), arvejas (Pisum sativum), garbanzo (Cicer arietinum), lenteja (Lens culinaris), haba (Vicia faba), maní (Arachia hipogaea) y soya (Glycine max).

Las leguminosas de grano son productos de importancia en la dieta del pueblo colombiano. La arveja y el haba son especies muy importantes en áreas de minifundio de clima frío, por la utilización de alta cantidad de mano de obra y como generadoras de ingresos para gran número de familias campesinas. Además, el haba es un producto importante y básico en la alimentación de la población campesina de varias zonas frías de Colombia, donde en alto porcentaje se siembra con el propósito de autoconsumo.

SITUACION Y PROBLEMATICA POR ESPECIE

1. Arveja

La arveja es la segunda leguminosa de grano comestible en Colombia, después del frijol, por su área sembrada y volúmenes de producción y consumo. Se cultiva en zonas comprendidas entre 1.700 y 2.800 msnm, siendo en clima frío el cultivo más importante, después de la papa y la cebada.

Los principales Departamentos productores son: Cundinamarca, Boyacá, Nariño, los Santanderes, Antioquia, Tolima y Huila.

* I.A., M.S. Jefe Regional Sección Hortalizas, ICA, CNI-Tibaitatá, Eldorado, Bogotá, Colombia.

El área de siembra, según datos del Ministerio de Agricultura hasta 1983, correspondía a 51.000 hectáreas; en los siguientes años se presentó un gran descenso, reportándose para 1986 22.400 hectáreas; sin embargo, equivalía al 10% del área total sembrada con hortalizas, (Cuadro 1). Los rendimientos estuvieron estabilizados en 500 kg/ha hasta 1983; a partir de ese año se presentaron incrementos para llegar a 1.000 kg/ha en 1986 y 1.300 kg/ha en 1987, lo que originó aumento en los volúmenes de producción en los últimos años (Cuadro 2). La siembra de arveja en Colombia se hace en alto porcentaje con variedades regionales de crecimiento indeterminado y tardías. Se destacan varios sistemas de siembra como monocultivo tutorado, surcos a 60 cm y al voleo y como asocio principalmente con papa. Los materiales arbustivos o de crecimiento determinado se siembran a altas densidades, 150-220 kg/ha, al voleo o en surcos separados 15 cm. En arveja se realizan importaciones como semilla y para consumo humano. En 1985 se importaron 62.9 toneladas y en 1986 se introdujeron 62.7 toneladas como semilla, en este año tuvo una equivalencia 37.3% del total de importaciones de semillas de hortalizas, (Cuadro 3). Los volúmenes de importaciones de arveja para consumo humano fueron en 1983 de 37.872.5 toneladas, por un valor de 13.487.900 de dólares, y para 1986, de 17.552.5 toneladas por 6.562.500 de dólares; esto corresponde principalmente a arvejas de color verde y textura lisa.

En Colombia, se siembran dos tipos de arveja, variedades mejoradas con destino a la industria de enlatados destacándose las Changer, Trend, Early Sweet y Trojan, cuya área de siembra no supera las 1.200 hectáreas por año y variedades mejoradas en Colombia como la ICA-Bojacá, ICA-Teusacá, Diacol-Boyacá y Diacol-Caldas, de crecimiento indeterminado, tardías de diferentes tipos de grano y altamente susceptibles a enfermedades radicales y foliares; al lado de los materiales mejorados, en el país existen variedades regionales como Guatecana, Ojinegra, Piquinegra, Sarda y Gorriona, las que ocupan más del 80% del área sembrada en el país.

En el cultivo de arveja en Colombia existen varios limitantes que, en mayor o menor proporción, afectan la producción tanto en vaina y grano verde como en grano seco. Es mayor el número de variedades nativas frente a un reducido número de variedades mejoradas. Son materiales altamente susceptibles a enfermedades causadas por hongos muy comunes en todas las zonas de producción de Colombia. Hay altas pérdidas por pudriciones radicales y marchitamiento causadas principalmente por Fusarium oxysporum f. sp. pisi; existen daños pronunciados en las hojas, tallos y vainas por la presencia de Ascochyta pisi, Ascochyta pinodella y Mycosphaerella pinodes, mildew polvoso cuyo agente causal es el Erysiphe polygoni De Candolle y Antracnosis causado

Cuadro 1. Area total en hortalizas y área en arveja y habas (miles de hectáreas)
en Colombia. 1981 - 1987.

AÑO	AREA TOTAL HORTALIZAS	AREA ARVEJA	% AREA TOTAL	AREA HABA	% AREA TOTAL
81	114.0	51.4	45.1	4.3	3.8
82	117.0	51.7	44.2	4.5	3.9
83	113.9	51.0	44.8	4.1	3.6
84	102.3	37.5	36.2	4.2	4.1
85	97.5	27.0	27.7	7.0	7.2
86	101.9	22.4	22.0	9.5	9.3
87	97.7	20.6	21.1	8.6	8.8

Cuadro 2. Rendimientos y producción total en arveja y habas (toneladas), en
grano seco en Colombia. 1981 - 1987.

AÑO	RENDIMIENTOS (T/H)		PRODUCCION TOTAL	
	ARVEJA	HABAS	ARVEJA	HABAS
81	0.5	2.1	25.700	9.080
82	0.5	2.0	24.808	9.000
83	0.5	2.0	25.500	8.200
84	0.7	2.2	26.627	9.240
85	0.7	2.2	26.658	14.700
86	1.0	2.1	27.575	20.0E2
87	1.3	2.1	27.790	15.394

Cuadro 3. Importaciones colombianas totales de semillas de hortalizas y de arveja (toneladas). 1983 - 1986.

AÑO	SEMILLAS HORTALIZAS	SEMILLAS ARVEJA	% DE TOTAL
83	148.0	17.3	11.7
84	207.9	4.0	1.9
85	375.4	62.9	16.8
86	168.2	62.7	37.3

Cuadro 4. Importaciones colombianas de arvejas. 1980 - 1986.

AÑO	CANTIDADES (Toneladas)	VALOR CIF (Miles Dólares)
80	22.081.9	10.247.2
81	24.067.8	9.769.8
82	27.038.9	10.119.0
83	37.872.5	13.487.9
84	7.240.9	2.477.9
85	17.049.2	6.997.2
86	17.552.5	6.562.5

por Colletotrichum pisi.

Igualmente afecta la producción los daños causados por el barrenador del tallo (Melanogromyza lini) y minadores de la raíz (Hipellates sp. y Appallates sp.).

El control de malezas en zonas de minifundio y en el sistema de siembra con tutores se hace en forma manual; para el caso de siembras en surcos sin tutores o al voleo es más funcional el control químico, donde hay problemas con la disponibilidad de los productos más adecuados. En general, se encuentra gran diversidad en tipos de suelos en las zonas productoras de arveja, con diferentes niveles de fertilidad y grados de erosión. La labor de fertilización se hace en forma más generalizada y la práctica de empleo de inoculación con Rhizobium sp. se encuentra en estudios preliminares.

Un limitante importante en arveja es la baja disponibilidad de semillas mejoradas para la siembra. El agricultor acude a semillas obtenidas en algunas zonas de producción por los mismos agricultores.

Teniendo en cuenta el número de problemas que se presentan en el cultivo de arveja, el ICA y el Programa de Hortalizas desarrollan proyectos de investigación con la ayuda y participación de las diferentes disciplinas de apoyo. Es así como en Genética y Mejoramiento se desarrollan los siguientes trabajos: Conservación y aumento de germoplasma, caracterización de los nuevos materiales que llegan al Banco de Germoplasma; Estudios genéticos básicos y obtención de variedades. En Fitopatología se llevan los proyectos de estudio y manejo de pudriciones radiculares y estudio y manejo de enfermedades foliares. En Entomología, el estudio y manejo de plagas tanto del tallo como de la raíz. En Fisiología Vegetal estudios de manejo de malezas, estudios de crecimiento, sistemas de siembra y producción de semillas. En la disciplina de Suelos se desarrollan trabajos de fertilidad y empleo eficiente de fertilizantes, estudios de conservación de suelos y estudios de Microbiología, orientados al empleo de Rhizobium sp. En Manejo de Aguas se realizaron estudios que conduzcan al adecuado empleo del agua para el riego.

Existen avances y logros importantes en arveja en Colombia. Aparte de las cuatro variedades de crecimiento indeterminado, hace varios años se cuenta con varias líneas promisorias con características superiores a las que poseen las variedades regionales. Se ha generado alguna tecnología para el adecuado manejo de enfermedades radiculares

y del follaje; igualmente, para reducir los daños causados por barrenadores del tallo y minadores de la raíz.

Existen resultados de estudios sobre competencia con malezas y manejo de las malas hierbas y sobre trabajos con densidades de siembra. Se tiene información sobre la eficiencia de algunas cepas de Rhizobium sp. en la fijación de nitrógeno.

2. Haba

El haba es un cultivo de minifundio en las zonas frías de los Departamentos de Nariño, Boyacá, Cundinamarca, Cauca, Tolima y Santander, sembrándose en alturas entre 2.000 y 3.000 msnm. El área de siembra y los volúmenes de producción han variado en los últimos años. En 1984 se sembraron 4.200 hectáreas, en 1986 ascendió a 9.500 hectáreas y en 1987 se consideró una superficie de 8.600 hectáreas; estos incrementos se observaron más en el Departamento de Nariño (Cuadro 1). Los rendimientos estuvieron estables a lo largo de los últimos siete años en 2.100 kg, pero los volúmenes de producción cambiaron de 9.200 toneladas en 1984 a 20.082 toneladas en 1986, esto influencia en el área de siembra, (Cuadro 2).

Se estima que más del 50% de la producción de haba en Colombia se cosecha en vaina y grano verde. Las siembras se adelantan con variedades regionales con características de ser materiales de porte alto muy tardías, de grano grande y muy susceptibles al ataque de plagas y enfermedades.

Se siembra como monocultivo y también en asocio con maíz, arveja, frijol, papa y algunas hortalizas. Dentro de las variedades criollas se destacan la blanca regional, la morada y el beso de novia. La baja disponibilidad de germoplasma en habas en Colombia limita un poco los trabajos de mejoramiento. No existen variedades mejoradas en el país, predominan las variedades nativas con problemas de porte alto, alta susceptibilidad a enfermedades y rendimientos promedios muy bajos. El haba se ve afectada por el ataque de hongos como Fusarium sp., Rhizotecnia sp. y Pytium sp. que causa pudriciones radiculares; pudriciones del tallo causadas por Ascochyta fabae y Selerotinia selerotiorum; atabacamiento o mancha chocolate causada por Botrytis fabae y Botrytis cinerea; roya cuyo agente causal es Uromyces fabae Pers; la influencia de virus influyendo sobre diferentes sistemas y severidad del daño. En plagas aparecen el Barrenador del tallo (Melanogromyza fabae), áfidos o pulgones (Aphis fabae), minadores de la hoja (Liriomyza sp.). Por el manejo del haba en zonas de minifundio, el control de malezas

se hace en forma manual, la fertilización es muy generalizada para todas las zonas de producción, pues no existen trabajos que orienten sobre los requerimientos nutricionales de la especie en Colombia. En esta leguminosa hay problemas con la disponibilidad de semillas mejoradas o debidamente seleccionadas, solo se dispone de material de propagación obtenido en las zonas de producción por los mismos agricultores.

En haba se desarrollan trabajos orientados a solucionar sus problemas. Se trabaja en colección, caracterización, conservación y aumento de germoplasma y en el proyecto para la obtención de variedades mejoradas. Igualmente, hay estudios para el manejo de las plagas y enfermedades más limitantes de la producción, como también sobre la generación de tecnología para la fertilización.

Existen avances importantes en obtención de variedades donde se dispone de algunas líneas promisorias con características superiores a las que tienen los materiales regionales. Igualmente, existen avances en el manejo de plagas y enfermedades y hay estudios preliminares sobre la utilización de inoculantes (Rhizobium sp.) en la semilla.

3. Garbanzo y lenteja

Estas leguminosas son deficitarias en el país. Hasta la década del 60 se sembraban entre lenteja y garbanzo alrededor de 5.000 hectáreas. Las principales zonas de producción se encuentran en los Departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Santander; se siembran en zonas de minifundio con prácticas muy tradicionales con nivel tecnológico muy bajo, se ubican en alturas entre 2.000 y 2.200 msnm, temperaturas de 16 - 17°C, precipitación promedio anual de 600 mm y generalmente con suelos de mala calidad.

Hay reportes del Ministerio de Agricultura de que en 1979 se sembraron 20.000 hectáreas de lenteja y 23.000 de garbanzo con rendimientos de 350 y 478 kg/ha, respectivamente, (Cuadro 5).

El área dedicada a la siembra de estas especies ha disminuido drásticamente en los últimos años debido principalmente a problemas fitosanitarios, alta incidencia de Fusarium sp. y roya (Uromyces fabae), sumado al mal manejo de suelos y deficientes labores de cultivo. Es baja la disponibilidad de germoplasma, no se tienen variedades mejoradas y se carece de semilla de buena calidad.

Teniendo en cuenta la alta demanda en el país por estas dos leguminosas y princi-

Cuadro 5. Area, producción y rendimiento obtenido en lenteja y garbanzo.

CULTIVO	AÑO	AREA (Miles Ha.)	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	PRODUCCION NETA (Miles Ton)
Lenteja	78	22.0	318	7.0
	79	20.0	350	7.0
Garbanzo	78	25.0	450	12.0
	79	23.0	478	11.0

FUENTE: Ministerio de Agricultura

Cuadro 6. Volumen y valor de las importaciones colombianas de garbanzo y lenteja.
1980 - 1986.

AÑO	VOLUMEN IMPORTACIONES (t)		VALOR DE LAS IMPORTACIONES (Miles Dólares)	
	GARBANZO	LENTEJA	GARBANZO	LENTEJA
80	3.622	11.751	2.765.7	11.447.0
81	3.402	12.428	1.874.4	9.542.1
82	2.586	12.476	1.241.7	7.935.1
83	4.426	25.632	2.054.3	12.025.6
84	1	18.575	2.4	9.225.9
85	504	8.957	329.4	5.344.0
86	4	16.077	2.4	10.625.7

FUENTE: Dane Ministerio de Agricultura

palmente de lenteja, se han realizado importaciones en todos los años. Se destaca que en 1983 se introdujeron al país 4.426 toneladas de garbanzo y 25.632 toneladas de lenteja por valor de 2.054.300 y 12.025.600 de dólares respectivamente. A partir de ese año, se presentaron restricciones a la importación lo que afectó principalmente al garbanzo, (Cuadro 6).

La investigación en garbanzo y lenteja la maneja el Programa de Leguminosas de Grano del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Se iniciaron trabajos de caracterización de 318 colecciones y líneas de lenteja y 331 materiales de garbanzo. Se ha contado con la colaboración de Centros Internacionales que manejan estas especies principalmente el ICARDA, del que se han recibido los últimos años materiales de garbanzo y lenteja correspondientes a ensayos de rendimientos, resistencia a enfermedades, precocidad y líneas segregantes en F3 y F4. Varios de los trabajos se llevan en coordinación con los Programas de Genética y Fitopatología del ICA.

Los primeros materiales recibidos se evaluaron en 1986B en las zonas productoras del Departamento de Boyacá y en la Estación Experimental Surbatá ubicada en Duitama (Boyacá). En 1986B y 1987A se sembraron en la Estación Experimental Surbatá 480 materiales de garbanzo, de los cuales el 40% presentaron alto grado de vaneamiento y desadaptación y otros alto porcentaje de volcamiento; en unos materiales se apreció buen grado de adaptación y buen potencial de rendimiento (Cuadro 7). En 1986B se evaluaron 178 materiales de lenteja en la Estación Experimental Surbatá, resultando 6 variedades y/o líneas promisorias por su rendimiento, precocidad y buen tamaño de vainas y grano, (Cuadro 8).

LOCALIZACION DE LA INVESTIGACION EN LEGUMINOSAS DE ALTURA

Las investigaciones en arveja, haba, garbanzo y lenteja las realiza el ICA en sus Centros de Investigación y las zonas de producción, con técnicos de los Programas de Hortalizas y Leguminosas de Grano y el apoyo o participación de investigadores de los Programas de Disciplinas Agrícolas, principalmente Genética, Fitopatología, Entomología, Fisiología Vegetal, Suelos y Manejo de Aguas, (Cuadro 9).

Cuadro 7. Rendimientos de variedades y líneas promisorias de garbanzo.
E.E. Surbata. 1986B - 1987A.

VARIEDAD O LINEA	PROCEDECENCIA	REND. PROMEDIO (Kg/Ha)	INCREMENTO (%)
ILC 2587	TURQUIA	1.689	183
ILC 116	IRAK	1.464	158
ILC 132	IRAK	1.343	145
ILC 134	IRAK	1.292	140
ILC 136	IRAK	1.257	136
ILC 254	TURQUIA	1.127	122
ILC 283	IRAK	1.088	118
ILC 496	TURQUIA	1.066	115
ILC 171	TUNES	1.055	114
TEST. LOCAL	JENESANO (Boy)	924	100

Cuadro 8. Rendimientos de variedades y líneas promisorias de lenteja.
E.E. Surbata. 1986B.

VARIEDAD O LINEA	PROCEDECENCIA	RENDIMIENTOS (Kg/Ha)	INCREMENTO (%)
ILL 4605	ARGENTINA	2.382	172
ILL 5727	CHIPRE	2.227	161
ILL 707	CHIPRE	1.918	139
ILL 5748	ICARDA	1.833	132
ILL 5770	ICARDA	1.703	123
ILL 5747	ICARDA	1.513	109
TEST. LOCAL	TIBANA (Boy)	1.385	100

Cuadro 9. Localización de la investigación en leguminosas de altura.

CENTRO EXPERIMENTAL	ALTURA m.s.n.m.	CARACTERISTICAS CLIMATICAS			ESPECIES
		TEMPERATURA °C	PRECIPITACION mm.	HUMEDAD RELATIVA %	
CNI TIBAITATA	2.560	13.0	900	65	ARVEJA HABA
CRI LA SELVA	2.150	16.5	1.800	75	ARVEJA
CRI OBONUCO	2.710	13.0	834	65	ARVEJA HABA
E.E. SURBATA	2.525	13.9	840	73	ARVEJA GARBANZO LENTEJA

DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCION E INVESTIGACION
DE HABA, LENTEJA, ARVEJA Y GARBANZO EN EL ECUADOR

*Iván Garzón, Fernando Chamorro, Tomás Galárraga, José Pinzón **
*Carlos Vallejo ***

DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCION

1. **Antecedentes**

Los cultivos de haba (Vicia faba), lenteja (Lens culinaris), arveja (Pisum sativum) y garbanzo (Cicer arietinum), son muy importantes para nuestro país, principalmente por su aporte nutritivo a la dieta diaria, ya sea para el poblador del campo o la ciudad. Debe anotarse que estos cultivos se siembran en la Sierra ecuatoriana y lo hacen los productores pequeños en sus parcelas, dedicando la producción al autoconsumo y un excedente a la venta en los mercados locales y provinciales.

2. **Importancia económica y social del cultivo**

Los cultivos de haba, lenteja y arveja son producidos por pequeños agricultores que lo utilizan para autoconsumo y comercialización, empleando en su mayoría mano de obra familiar. Cuando la producción es de tipo comercial usan mano de obra contratada; es decir, generan una fuente de trabajo a través de su cultivo y comercialización. Al mismo tiempo que suplen ciertas necesidades alimenticias y en ocasiones dejan recursos económicos por el mercadeo de sus productos.

Lamentablemente, en los últimos años el área del cultivo ha disminuido por varios problemas que han afectado su producción y han sido reemplazados por otros cultivos.

* *Técnicos Dptos. y/o Programas de: Control de Malezas, Investigación en Producción, Semillas y Leguminosas del INIAP, respectivamente.*

** *Director Técnico de Leguminosas del MAG.*

3. Evaluación de la superficie cosechada, producción y rendimientos

a. Haba

De acuerdo con las estadísticas (Cuadro 1), este cultivo en el año 1978 ocupó una superficie de 6.478 ha, manteniéndose en estos niveles hasta el año 1984, observándose una reducción de la superficie en los años 1985 y 1987, especialmente cuando el cultivo está destinado a la cosecha en seco, lo que es atribuido a problemas con enfermedades y plagas; los rendimientos promedios alcanzados a través de los años, están entre 530 y 750 kg/ha con un promedio para los últimos 10 años de 650 kg/ha en seco. Cabe señalar que a partir de 1985 se nota un ligero incremento de la superficie cosechada en verde, pero inversamente a este incremento se observa reducción de los rendimientos/ha.

Cuadro 1. Estimación de la superficie cosechada, producción y rendimiento de haba en el Ecuador, durante los años 1978 a 1987.

Años	Superficie cosechada/ha	Producción TM	Rendimiento kg/ha
1978	6748	3433	530
1979	6911	4056	587
1980	7872	4566	580
1981	7077	5153	737
1982	6869	5228	761
1983	7543	5277	700
1984	6436	4708	732
1985 seco	4847	3101	640
verde	3117	7496	2405
1986 seco	8500	3998	500
verde	5500	10350	1900
1987 seco	5281	2970	562
verde	6004	9911	1650

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería-MAG-SEAN.

b. Lenteja

En esta leguminosa, el área ha disminuido en forma drástica desde 844 ha en el año 1978 hasta 366 ha en 1987, debiéndose considerar esta disminución a problemas con enfermedades radiculares y a la utilización de variedades susceptibles; los reportes (Cuadro 2), indican que los rendimientos fluctúan entre 450 y 650 kg/ha, con un promedio

de 540 kg/ha. Las estadísticas del MAG-SEAN para el año 1986 reportan una superficie cosechada de 2.100 ha con un rendimiento de 300 kg/ha, lo cual se considera son datos no confiables.

Cuadro 2. Estimación de la superficie cosechada, producción y rendimiento de lenteja en el Ecuador, durante los años 1978 a 1987.

Años	Superficie cosechada/ha	Producción TM	Rendimiento kg/ha
1978	844	380	450
1979	673	351	522
1980	671	437	651
1981	922	578	627
1982	836	519	621
1983	715	345	482
1984	428	232	542
1985	558	250	448
1986	2100	612	300
1987	366	188	513

Fuente: MAG-SEAN.

c. Arveja

El cultivo de arveja en el Ecuador ocupó una superficie de 13.000 ha en promedio hasta el año 1982, notándose una drástica disminución hasta el año 1985 en el que cubrió una superficie de 6791 ha. A partir del año 1986, la superficie destinada a este cultivo retorna a su nivel normal para en el año 1987 volver a descender. Los rendimientos obtenidos en promedio durante los últimos 10 años alcanzan a 506 kg/ha. A partir del año 1985 se reportan datos de la superficie cosechada en verde, teniéndose como promedio de estos tres años 5556 ha con un rendimiento de 1216 kg/ha, Cuadro 3.

Cuadro 3. Estimación de la superficie cosechada, producción y rendimiento de arveja en el Ecuador, durante los años 1978 a 1987.

Años	Superficie cosechada/ha	Producción TM	Rendimiento kg/ha
1978	8609	4477	520
1979	13129	6607	503
1980	13967	7452	534
1981	14000	7440	532
1982	12476	7261	582
1983	8558	4714	551
1984	8597	5007	582
1985 seco	6791	3195	470
verde	4094	6000	1466
1986 seco	13000	3807	300
verde	8600	6901	800
1987 seco	9095	4456	489
verde	3976	5540	1383

Fuente: MAG-SEAN.

d. Garbanzo

No se reportan registros estadísticos para este cultivo, pero existen siembras esporádicas de poca consideración.

4. Zonas de producción

El Ecuador consta de cuatro regiones: Costa, Sierra, Oriente y Región Insular. Las zonas productoras de haba, lenteja, arveja, se encuentran ubicadas en la Región Interandina o Sierra, (Cuadro 4). Las estadísticas indican que se cultiva cerca del 95% en estas áreas, donde las siembras comerciales se realizan en monocultivo y las de subsistencia en asociaciones y cultivos múltiples.

Dentro del Callejón Interandino, para el cultivo de haba se destacan las provincias de Bolívar con el 27.5%, Chimborazo 18%, Pichincha y Cotopaxi 12.5%, Carchi 11.3%, Tungurahua 9%, y el resto están entre 3.9% y 0.5%.

Para arveja, las provincias más importantes en la producción son Bolívar 28.2%

y Chimborazo 29.0%, quedando en segundo lugar la Provincia de Loja con 9.9%.

En lenteja, las provincias de mayor vocación para este cultivo tenemos en orden de importancia, Pichincha, Bolívar, Cotopaxi, Imbabura y Carchi.

Cuadro 4. Porcentajes estimados de la superficie ocupada por los cultivos de haba, arveja y lenteja, por provincias en el Ecuador.

Provincias	Haba % *	Arveja % *	Lenteja % *
Total República	100	100	100
SIERRA	88.6	99.3	90.50
Carchi	11.3	4.1	3.09
Imbabura	3.9	4.1	6.97
Pichincha	12.5	7.9	36.07
Cotopaxi	12.6	5.5	14.03
Tungurahua	9.0	4.7	1.56
Chimborazo	18.1	28.2	0.80
Bolívar	27.5	29.0	27.40
Cañar	1.7	2.9	0.30
Azuay	0.5	2.2	0.002
Loja	1.5	9.9	0.001
LITORAL	0.7	0.5	0.58
ORIENTE	0.7	0.2	---
GALAPAGOS	---	---	---

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

* Los datos son promedios de 10 años (1976 - 1985).

5. Datos agroclimáticos generales para los tres cultivos

Cuadro 5. Datos agroclimáticos generales para los cultivos de haba, arveja y lenteja.

Cultivos	Altitud msnm	Precip. mm	Temp. °C	Suelo	Ciclo cultivo meses	Fecha siembra
Haba	2800-3200	700-1000	8-14	Franco-arc. pH 5.6-7.5	8-10	Sep.nov.
Arveja	1700-2800	400-600	12-18	Franco Franco-aren. pH 5.6-7.6	4-5	Mar.abr.
Lenteja	2400-2800	400-700	13-17	Franco Franco-aren. pH 5.6-7.5	Precoces 4-5 Tardíos 6-7	Ene.feb.

6. Hábitos de consumo

El haba y la arveja, en nuestro país se consumen en dos estados: seco y fresco (verde), y lenteja únicamente en seco. En la Región Interandina, la mayor producción de haba y arveja es para consumo en tierno, ya sea en sopas, menestras y ensaladas (arveja). Sin embargo, en haba, por ejemplo, el consumo per cápita es muy bajo (inferior a 1 kg/persona/año), lo que refleja el poco uso de esta leguminosa, a pesar de su importancia en la alimentación, por su alto contenido de proteínas.

7. Evaluación de las importaciones e exportaciones

En este campo no hay mayor información al respecto, pero se puede indicar que por ejemplo en lenteja, el país en el año 1984 requirió de 1.550 TM para satisfacer sus necesidades alimenticias, por lo que se importó el 95% del total.

8. Demanda interna de productos

La demanda interna de los productos, especialmente haba y arveja está en relación directa con las épocas de siembra y, por ende, con las de cosecha, las mismas que

se encuentran plenamente marcadas, siendo en estas cuando los mercados se ven inundados con los productos, especialmente en estado tierno, ocasionando un descenso en los precios para el productor, mientras que si bien en estado seco estos productos alcanzan un mayor precio, se ven afectados a la cosecha por factores climáticos, razón por la que el porcentaje de cosechas en estado seco es más bajo, y por ende, el precio del producto es mayor.

9. Tamaño de la parcela de producción

No existe un diagnóstico específico en estos cultivos que indiquen el tamaño de la parcela de producción, pero en general se puede manifestar que alrededor del 60% de productores de estos cultivos son pequeños agricultores con una tenencia de tierra de 5 ha, en promedio, un 30% con más de 5 ha y el 10% restante corresponde a los grandes productores.

10. Principales sistemas de producción de cultivos

En la Sierra ecuatoriana existen dos sistemas de producción; el primero está conformado por agricultores grandes donde predomina la papa en rotación con pastos y otros cultivos; mientras que, el segundo sistema lo conforman los agricultores medianos y pequeños, que cultivan papa, cereales, haba, maíz, arveja o lenteja y hortalizas, en cultivos solos y en asociación. Así, por ejemplo, el haba y la arveja se siembran en asociación, junto con la papa, la oca, el maíz, el trigo, la cebolla, el ajo, la cebada y la quinua. Además, el haba se puede sembrar en los siguientes sistemas de cultivo: monocultivo, cultivo asociado, cultivo intercalado, en relevo y cultivo múltiple.

11. Preparación del suelo, para siembra tradicional

Por lo general, los cultivos de haba, lenteja y arveja, se están sembrando después de otros cultivos, por lo que la preparación de suelo depende del cultivo anterior; así, arada, una o dos rastras y surcado para la siembra.

12. Métodos y fechas de siembra

a. Haba

Cuando es monocultivo, la siembra se realiza en surcos de 0.80 m y 0.40-0.50 m entre plantas de 2-3 semillas por golpe, con una densidad de 50-80 kg/ha. La

época de siembra corresponde a los meses de octubre y noviembre.

Este cultivo también se lo realiza en asociación con papa, maíz, quinua, etc.

b. Lenteja

Se está sembrando en surcos de 0.30 - 0.40 m, a chorro continuo a lo largo del surco, o al voleo con una densidad de 70-90 kg/ha. Sus épocas de siembra son los meses de enero a marzo, y con riego en los meses de junio y julio, cuando se lo siembra en monocultivo. En asociación se siembra con cereales como cebada, lo que permite evitar el ataque de pájaros.

c. Arveja

En monocultivo se siembra en surcos de 0.40 - 0.60 m y 0.20 - 0.30 m entre plantas, con 2-3 semillas por golpe, alcanzando una densidad de 70 kg/ha y al voleo de 100 kg/ha, pudiendo también hacerlo en asociaciones con trigo, maíz, haba, papa, etc.

Por lo general, las siembras se realizan en los meses de septiembre a octubre y marzo a abril.

13. **Prácticas culturales**

Por lo general, en nuestro país las prácticas culturales se realizan en forma manual, con tracción animal o mecánica, dependiendo del área de cultivo, siendo las principales labores las siguientes:

Haba

Deshierba, medio aporque y aporque.

Lenteja

En surco, deshierba, al voleo - ninguna labor.

Arveja

Deshierba, medio aporque, al voleo - ninguna labor.

14. Variedades

a. Haba

Los principales tipos de haba que se producen y consumen en el Ecuador, están relacionados con los colores claros y manchados, tamaño grande y mediano.

Entre las variedades criollas tenemos: Huagra-haba, Chaucha, Haba blanca, Haba verde, Haba delgada, Sangre de Cristo y Nuya. Entre las mejoradas tenemos: Colección E-009 y E-037.

b. Arveja

De mayor preferencia son las nativas que se conocen como alverjón, cremarosa y verde. Existen otras variedades introducidas como Alderman, Dark-skin Perfection, las cuales se siembran para consumo en tierno. Entre las mejoradas tenemos Colección E-003-E-060-E-062-E-076 y E-024.

c. Los productores y consumidores prefieren las variedades de colores claros y tamaño grande (5 mm), teniendo buena aceptación la variedad nacional Alausí. Entre las variedades mejoradas se tienen INIAP-406, la misma que se adapta a zonas secas, bajo riego y con rendimientos de 1 TM/ha, y dentro de las promisorias se tienen las colecciones E-112 E-115.

15. Uso de insumos agrícolas y componentes de producción

En los cultivos de haba, lenteja y arveja los agricultores hacen uso de fungicidas e insecticidas para controlar y prevenir el daño de plagas y enfermedades; además, del fertilizante químico y foliar indispensables para el desarrollo. Sin embargo, es de señalar que el uso de estos no es lo más adecuado.

16. Disponibilidad de mano de obra y mecanización

Estos cultivos, por lo general, ocupan mano de obra familiar, pero cuando la extensión es mayor a media hectárea se usa mano de obra contratada que, en los actuales momentos, es escasa y costosa.

Son pocos los cultivos totalmente mecanizados, debido principalmente a la pendiente de los suelos de la Sierra ecuatoriana que no permiten o hacen difícil el uso de

maquinarias. Además, el pequeño y mediano agricultor no dispone de los recursos necesarios para mecanizar el cultivo.

Por lo general, las labores se realizan en forma manual (azadón), completado con arado de tracción animal y, solo un bajo porcentaje, lo realizan en forma mecanizada.

17. Principales factores limitantes de la producción

a. Haba

- . Carencia de variedades mejoradas
- . Falta de semilla de buena calidad
- . Daño de enfermedades Botrytis (Botrytis sp.) Roya (Uromyces fabae), Alternaria (Alternaria sp.) y pudriciones radiculares producidas por Fusarium, Phytium y Ryzoctonia.
- . Daño de insectos (Agromizidae, Agrostis ipsilon, Naupactus sp. y trips)
- . Reducida transferencia de tecnología

b. Arveja

- . No se dispone de suficiente tecnología
- . Falta de variedades mejoradas
- . Carencia de semilla de buena calidad
- . Plagas: barrenadores del tallo (Agromisa)
minadores de hojas (Liriomisa sp.)
- . Enfermedades: Antracnosis (Colletotrichum pisi), Roya (Uromyces sp.), Mildiu (Peronospora pisi) y pudriciones radiculares causadas por Fusarium, Phytium y Ryzoctonia.

c. Lenteja

- . Enfermedades radiculares causadas por los géneros Fusarium, Rhizoctonia y Sclerotinia. Manchas foliares como: Roya (Uromycis fabae), Peca (Pseudopesis sp.), Antracnosis (Collectotrichum sp.).
- . Insectos: defoliadores (Capitarsia sp), chupadores (cicadálidos), babosas y pájaros.
- . Carencia de semilla de buena calidad
- . Falta de variedades mejoradas
- . No se dispone de suficiente tecnología.

18. Crédito

La institución que da mayor apoyo al desarrollo de la agricultura en el Ecuador es el Banco Nacional de Fomento (BNF), existiendo además Cooperativas Agrícolas y Bancos Privados.

Revisadas las estadísticas del BNF de los años 1981 a 1985 (Cuadro 6) se determina que del total de la superficie sembrada con el cultivo de haba en el país, únicamente el 8.1% fue atendida con crédito. En el cultivo de arveja se atendió el 15.4% de la superficie sembrada y lenteja no están registradas las hectáreas atendidas.

Cuadro 6. Superficies (ha) atendidas con crédito en cuatro cultivos de leguminosas comestibles en Ecuador. 1981 - 1985.

Cultivo	1981	1982	1983	1984	1985
Fréjol	1.944	1.654	1.566	1.702	2.856
Arveja	1.976	1.802	1.983	859	1.071
Haba	546	384	551	482	618
Lenteja	230	220	213	128	269
Otros	52	6	4	7	43
Total	4.748	4.066	3.817	3.178	4.853

Fuente: Banco Nacional de Fomento, 1985.

19. Costo/beneficio de la producción comercial

Haba

El costo de producción comercial por hectárea se encuentra alrededor de 60.000 sucres, obteniéndose un rendimiento en verde de 200 sacos, lo que en promedio produce aproximadamente S/. 100.000 con un beneficio de S/. 40.000; en cambio, cuando la producción es en seco se obtiene un rendimiento de 1000 kg/ha (20 qq/ha), obteniéndose un ingreso de 100 a 120.000 sucres, dependiendo de las condiciones del mercado.

Lenteja

El costo de producción a nivel nacional está alrededor de 60.000 sucres/ha, obteniéndose un rendimiento promedio de 536 kg/ha (12 qq/ha), los mismos que de no existir mayores bajas en el mercado pueden producir un ingreso de 120.000 sucres. En tal circunstancia este cultivo puede alcanzar beneficios superiores al 100%.

Arveja

Este es uno de los cultivos que mayores beneficios produce cuando es cosechado en verde, estimándose su costo de producción en 40.000 sucres/ha, con lo cual se obtienen rendimientos superiores a 2.000 kg/ha, los mismos que comercializados en los mercados locales producen ingresos superiores a 120.000 sucres, alcanzándose beneficios en muchos casos superiores al 200% del costo.

20. Mecanismos de mercadeo y comercialización

a. Comercio exterior

Los rubros de haba, arveja y lenteja con variedades nacionales no presentan datos de exportaciones oficiales; sin embargo, cabe señalar que existen materiales genéticos introducidos y multiplicados por empresas privadas, los mismos que posteriormente son exportados.

Con relación al cultivo de lenteja, es de indicar que el 90% del consumo del mercado interno es cubierto mediante importaciones.

b. Comercio interno

Al no existir canales fijos de comercialización, el flujo mayoritario de la producción ocurre de la siguiente manera:

PRODUCTOR : MAYORISTA - MINORISTA : CONSUMIDOR

Existen otros canales de comercialización que involucran la participación de un mayor número de intermediarios entre el productor y el consumidor, incrementando el precio del producto.

21. Agroindustrias existentes

Existen en el país varias empresas dedicadas a la producción de enlatados, debiendo

indicar que únicamente el cultivo de arveja ha sido industrializado. Por lo general, el haba es comercializada en verde y un bajísimo porcentaje del haba seca es comercializada frita en pequeñas fundas, la misma que se ha convertido en una industria casera. Además, se utiliza el haba como ingrediente para la industrialización del café.

Finalmente, el grano seco de haba, lenteja y arveja se utiliza para harinas y semilla.

22. Volúmenes anuales de producción de semillas certificadas

El INIAP produce semilla genética, básica y entrega a EMSemillas, empresa semi-estatal del país, la misma que multiplica la semilla con agricultores y obtiene las categorías de registrada y certificada.

Cuadro 7. Semilla entregada por el INIAP.

Cultivo	Variedad	Categoría	Cantidad TM	Año
Lenteja	INIAP-406	Básica	1.5	1985
			0.5	1986
			0.5	1987

Los cultivares de haba y arveja se encuentran en su fase final de mejoramiento, posteriormente serán liberadas como variedades.

23. Uso de semillas certificadas por el agricultor

Por lo general, el agricultor produce su propia semilla o la adquiere de vecinos u otras zonas. En la Provincia del Carchi, por ejemplo, es común observar la introducción de material colombiano; este factor acontece porque hay deficiencia de semilla en el país.

24. Medios para la difusión de tecnologías

El INIAP realiza la difusión de la tecnología a través de ensayos regionales, días de campo, cursos. De igual manera, los Programas de Investigación en Producción a nivel de finca (PIP) trabajan directamente con el agricultor y con la colaboración del

Programa de Transferencia de Tecnología del MAG.

Es necesario destacar específicamente en el campo de las leguminosas que el personal es muy escaso, siendo necesario la incorporación de profesionales, así como un incremento sustancial en el presupuesto para la investigación.

DIAGNOSTICO DE INVESTIGACION

1. Centros de Investigación en el país

En el Ecuador, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), es el encargado de realizar la investigación agrícola en el campo de las leguminosas, para lo cual cuenta con varias estaciones experimentales que tienen los respectivos programas, siendo estas las siguientes:

Estación Experimental "Santa Catalina"	3.050 msnm
Estación Experimental "Portoviejo"	40 msnm
Estación Experimental "Boliche"	20 msnm
Estación Experimental "Chuquipata"	1.500 msnm

También realizan cierto tipo de investigación las Facultades de Agronomía del país, por medio de la ejecución de Tesis de Grado a nivel profesional, aunque la mayoría de los casos no tienen ninguna vinculación con el INIAP, siendo esta aislada y sin un seguimiento adecuado, y entidades privadas como LATINRECO que se encargan de realizar investigación relacionada con el valor industrial de las leguminosas.

2. Personal dedicado a la investigación, grado académico, especialización y cultivos en que trabajan

El INIAP cuenta con el siguiente personal técnico dedicado a la investigación en leguminosas.

Estación	Nombres	Grado académico	Cultivos
Santa Catalina	Edmundo Cevallos José Acuña José Pinzón	I.A.* I.A. Agrónomo	Fréjol Arveja Lenteja Haba Chocho
Chuquipata	Manuel Villacís	I.A.	Fréjol
Bolicho	Héctor Buestán	I.A.,M.S.	Fréjol Caupí Mungo
Portoviejo	Lenín Linzan	I.A.	Caupí Haba Pallar
	Gilberto Zambrano	Economista	

* I.A. = Ingeniero Agrónomo.

Además, en cada Estación Experimental existen los Departamentos de Apoyo de Fitopatología, Entomología, Suelos y Fertilizantes y Control de Malezas, que aportan con un técnico a nivel profesional a tiempo parcial para que colabore en su especialidad con el Programa de Leguminosas. También el INIAP cuenta con el Programa de Investigación en Producción (PIP), que se encarga de llevar la investigación a nivel de finca.

3. Prioridades de la investigación

Las áreas prioritarias de investigación son las siguientes:

- Mejoramiento Genético
- Manejo Agronómico
- Verificación de Tecnologías
- Difusión y Estudios Especiales

4. Principales proyectos de investigación

Para cada área de investigación y por cada leguminosa se llevan adelante los siguientes proyectos de investigación:

- . Colección y mantenimiento de líneas del Banco de Germoplasma.
- . Obtención de variedades mejoradas
- . Evaluación de ensayos internacionales
- . Búsqueda de resistencia varietal y combate químico de enfermedades.
- . Identificación de enfermedades virosas.
- . Evaluación y mejoramiento de las características de los suelos.
- . Control químico biológico y cultural de las principales plagas que atacan a las leguminosas.
- . Evaluación de competencia de malezas y selectividad de herbicidas en leguminosas.
- . Evaluación de maquinaria agrícola.
- . Estudios sobre fijación simbiótica del nitrógeno en leguminosas.

5. Proyectos de investigación en coordinación con otras instituciones o países

Dentro del Proyecto Evaluación de Ensayos Internacionales se trabaja en coordinación con el CIAT e ICARDA, evaluando ensayos de rendimiento, selección y resistencia a enfermedades. Además, en el área de verificación de tecnología se trabaja en parcelas de verificación llevadas por el Programa de Investigación en Producción (PIP-INIAP) y en parcelas demostrativas con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

6. ¿Cómo se lleva a cabo la planeación y evaluación de proyectos?

El planeamiento de proyectos y la evaluación de resultados y avances de estos proyectos se revisan y se discuten por intermedio del Programa en cada Estación Experimental, a través de reuniones anuales.

7. Estrategias de investigación a través del sistema de producción e investigación a nivel de finca

Las estrategias de investigación a través del sistema de producción e investigación a nivel de finca, se llevan por intermedio del Programa de Investigación en Producción, el mismo que sigue la siguiente metodología:

a. Diagnóstico

En esta etapa se examinan los sistemas de producción, las prácticas más comunes, los problemas más importantes y las oportunidades que ofrece el sistema para preseleccionar componentes tecnológicos que, como soluciones probables, serán

tomados en cuenta en la demanda por tecnologías identificadas (información secundaria, encuestas informales, encuestas formales) y se seleccionan los agricultores representativos agrupándolos en "Dominios de Recomendación".

b. Diseño y experimentación

En esta etapa se evalúan los componentes tecnológicos preseleccionados y disponibles en las estaciones experimentales, para lo cual se adelantan ensayos en parcelas de agricultores representativos. Esta etapa tiene como objetivo conocer, por vía experimental, la bondad de las selecciones probables, para producir cambios rentables y aceptables en el sistema de producción.

c. Difusión

En esta etapa se difunden las tecnologías alternativas, probadas y validadas (análisis económico) mediante parcelas demostrativas, días de campo, seminarios-taller, etc.

d. Evaluación

En esta etapa se observa la reacción de los agricultores y se mide el grado de adopción de las tecnologías alternativas difundidas.

8. Acciones de validación de nuevas tecnologías

Una vez generada la tecnología, generalmente a nivel de estación experimental, se procede con las siguientes fases en coordinación con el Programa de Investigación en Producción (PIP).

- . Parcelas de validación y transferencia de tecnología
- . Parcelas de verificación de tecnologías
- . Parcelas demostrativas
- . Días de campo
- . Cursos

9. Principales logros recientes de la investigación

- . Conformación de los bancos de germoplasma de arveja, haba y lenteja (fréjol, chocho).
- . Evaluación agronómica de las colecciones del banco de germoplasma.

- . Identificación de líneas promisorias en las diferentes especies.
- . Selección de colecciones de haba y líneas de lenteja por tolerancia a enfermedades.
- . Recomendaciones de fertilización en base al análisis químico del suelo.
- . Recomendaciones de control químico de malezas.
- . Identificación de los principales problemas fitopatológicos.
- . Conformación de un banco de cepas de Rizobium en las leguminosas comestibles.
- . Recomendaciones para el control químico de enfermedades.
- . Identificación de los principales insectos que atacan a las leguminosas.
- . En el cultivo de lenteja se ha completado la información técnica para la inscripción de la nueva variedad INIAP-406 para zonas secas con riego.

10. Planes de capacitación académica

El INIAP, actualmente cuenta con convenios destinados a capacitación académica con los siguientes organismos:

PROTECA: Programa de Desarrollo Tecnológico Agropecuario.

PROCIANDINO: Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina.

CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical.

ICARDA: Centro Internacional de Investigación Agrícola en Areas Secas.

Todos estos organismos mantienen planes de capacitación mediante cursos de adiestramiento en servicios, cursos cortos, visitas a Centros Internacionales. Además, se recibe asesoramiento de Centros Internacionales a nuestra Institución.

11. Recursos físicos y académicos presupuestados en el país

El Programa de Leguminosas del INIAP cuenta con recursos físicos y económicos en lo que concierne a oficinas, terrenos para experimentación, bodegas, parte de un invernadero, bombas para aplicación de agroquímicos. Posee además dos vehículos tipo Pik Up modelos 1978 y 1984 de doble tracción, en regular estado, los cuales son insuficientes. Requiere de mayores recursos para abastecer una mayor cantidad de mano de obra en el campo. Con respecto a equipos para procesar las cosechas, solamente cuenta con una trilladora y una limpiadora pequeñas, las cuales son insuficientes para el trabajo que realiza el Programa.

DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCION DE ARVEJA Y LENTEJA EN LA SIERRA NORTE DEL PERU

*Segundo Terrones C. **

INTRODUCCION

La importancia de la Sierra o Región Andina de Perú radica en que más del 60% de las 128.000 ha de leguminosas que se cultivan en el país, se encuentran en la Sierra. En tal razón, el conocimiento de su problemática del cultivo de algunas leguminosas favorecerá a que la investigación y/o extensión priorice sus actividades en afán de satisfacer agronómica y económicamente las necesidades productivas del agricultor.

CARACTERISTICAS DE LA REGION SIERRA

La Sierra comprende cuatro zonas agroecológicas, ubicadas en altitudes que oscilan entre los 1.200 msnm a más de 3.500 msnm, exhibiendo sus relieves abruptos, escarpados, laderas, punas y cumbres elevadas cercado por un sinnúmero de ríos y riachuelos que forman pequeños y angostos valles fríos y abrigados.

Los suelos se encuentran constantemente expuestos a la erosión, principalmente por la lluvia; de allí que sean de baja fertilidad, con un pH predominante por debajo del neutro, con un contenido de materia orgánica media y un drenaje natural.

Durante el año se presentan dos estaciones climáticas muy marcadas: una lluviosa, que abarca los meses de octubre a marzo, y otra seca, que se presenta de abril a septiembre. Las precipitaciones pluviales oscilan de 300 mm a 1.000 mm anuales en las partes más altas. La temperatura promedio es de 12°C, pudiéndose registrar temperaturas bajo cero y por sobre los 24°C en los valles abrigados, con una humedad relativa de 20 a 90%.

* *Investigador Agrario INIAA, Perú.*

PRINCIPALES CULTIVOS

Como es de esperarse por las diferencias agroclimáticas existentes dentro de la Sierra peruana, los cultivos que se explotan son también diferentes y hasta casi están zonificados; predominantemente de las partes altas hacia abajo se cultivan: oca, olluco, papa, haba, cebada, trigo, lenteja, lino, maíz, arveja, fréjol, entre otros, abarcando la mayor área de siembra, cebada y papas, siendo este último el cultivo más ampliamente distribuido.

Arveja (Pisum sativum)

En el Departamento de Cajamarca se cultivan alrededor de 14.000 ha de arveja, de las cuales el 25% de su producción es para la venta como grano seco. Las provincias más productoras de grano verde son San Pablo y Chota en una relación aproximada de 2:1 respectivamente, y para grano seco, Cutervo, Cajamarca y San Miguel.

El cultivo de arveja, notoriamente se lleva en suelos de mejor calidad que aquellos destinados a lenteja, siendo suelos más prodindos, fértiles y algunos con infraestructura de riego al pie de los 3.200 msnm.

Epoca de siembra

Para esto tendríamos que hablar primero de la preparación, la misma que hacen con yunta y con arado de madera, realizando arada, cruzas y tapada o siembra propiamente dicha; sin embargo, este número de labores puede disminuir hasta una arada y tapado en el mismo momento, siendo estos agricultores los menos, sobre lo que tiene que ver mucho la disponibilidad de yuntas que pueden ser propias y alquiladas, así mismo, tiene que ver la presencia de lluvias.

La época principal de siembra oscila entre el mes de febrero y marzo; sin embargo, practican siembras más dispersas desde diciembre hasta medio mes de mayo y dependiendo de la disponibilidad de agua que preven los productores para la campaña; adelantándose en zonas secas y postergándose en las más húmedas o que disponen de agua para riego.

Semillas

La semilla que utilizan los productores de arveja, alrededor del 60% la obtienen

de su propia finca generalmente, lo de su producción la destinan para grano seco y el 40% restante la compran de productores o lugares vecinos y/o en mercados de granos, estos su producción lo destinan mayormente a grano verde; la consecución de semilla en este caso es fácil con el inconveniente de su alto precio, principalmente en época de siembra llega a costar de 20 a 40 Intis un kilogramo de semilla. Dicha semilla no recibe ningún tratamiento antes de la siembra, pero si existe una tendencia a la selección de semilla, haciéndolo principalmente aquellos que lo compran.

Sistema de siembra

El sistema de siembra más común es al voleo y monocultivo, sin embargo, en las partes bajas hay una tendencia a sembrar en línea y a chorrillo y/o en asociación con cebada o avena; estas últimas prácticas están restringidas a un área muy reducida que se dedican a la producción de grano verde; lo hacen para reducir pérdidas por daños de pájaros tanto en la germinación como en vaina.

La finalidad de sembrar con avena o cebada es doble con el fin de evitar acame de plantas y con ello pudrición de vainas y porque la cosecha de grano verde es a los tres meses queda en su campo el otro cultivo que puede ser para grano o para forraje.

En cuanto a la cantidad de semilla por ha que se emplea es de 85-100 kg, dependiendo si se siembra al voleo o en línea.

Fertilización

El cultivo de arveja, generalmente los agricultores no fertilizan. Aunque algunos y en muy bajo porcentaje utilizan abonos orgánicos (de corral), superfosfato triple o el compuesto 12-12-12 en estos últimos casos, generalmente los que tienen acceso al crédito que son alrededor de 12% de productores. Pero si usan siempre en papa y/o maíz. Los productores aducen que el problema para usar fertilizante es su alto costo y a la vez mencionan que el cultivo casi no necesita.

Riego

Aproximadamente el 15% del área que se siembra arveja dispone de agua de riego, correspondiente a las zonas bajas y planas y son los que pueden enfrentar la escasez de agua de lluvia.

Problemas del cultivo

Durante el primer mes de vida del cultivo, generalmente se presentan problemas de pudrición de raíces y con ello amarillamiento, madurez y/o muerte de plantas como causa de esto se encuentra un complejo de patógenos de suelo y predominando Fusarium sp. y Phytium sp., siendo los daños mucho mayores en áreas planas. A medida que avanza el cultivo los problemas son otros y son mayores si la producción es para grano seco, así se encuentra alta incidencia de oidium antracnosis en tallo y vainas manchas foliares ("rancha").

El agricultor manifiesta que los campos sembrados en línea y a chorrillo presentan mayores problemas de "rancha" que los campos sembrados al voleo, no empleando pesticidas para estos males.

En cuando a insectos, solamente en años relativamente secos se presentan problemas de aphidos para lo que algunos productores utilizan Sevin o Cichal en proporciones no determinadas. Además, se presentan daños por pájaros en la germinación y en vainas, utilizando un 5% de agricultores un cebo denominado vichosan.

Por otro lado, el cultivo experimenta alta insidencia de malezas, dependiendo de la época y del laboreo del suelo; pero que puede llegar a ser un grave problema si no se desyerba a tiempo y sobre todo que coinciden estas labores en la mayoría de campos que existe una escasez de mano de obra para esta labor de ultipa o tirapa como lo llaman los agricultores, realizándose a los 45 días después de la siembra.

Rotación

Los campos que se cultivan arveja generalmente se rotan con cebada o trigo, a veces papa o maíz-frijol dejándolo en descanso por un año. Pero en lugares que prioritariamente producen grano verde todos los años siembran arveja en los mismos campos, dado que ofrece muchas ganancias o no existe otros campos para estos fines (San Pablo, Matara, etc.) descansándolos después de 3 a 4 campañas sucesivas.

Variedades

Básicamente se siembran cultivares de grano grande conocidas como "arvejón blanco" o "arvejón celeste", prefiriéndose sembrar el primero en mayor área por su precio en

el mercado tanto en verde como en grano seco; dentro de estos existen cultivares precoces conocidas como "cuarentones".

En menor escala se cultivan arvejas criollas de granos medianos conocidas normalmente como "arveja", prefiriéndose que estas sean de textura lisa.

El rendimiento de estas variedades oscila de 600 a 1.200 kg/ha en grano seco, siendo las menos rendidoras las de grano mediano o pequeño. En grano verde los rendimientos están alrededor de 2.500 kg/ha.

En cuanto al período vegetativo de las variedades que se cultivan es de 4-5 meses como grano seco, reduciéndose a 2.5 ó 3 meses si su destino es para verde, forma bajo la cual el agricultor consigue los mayores dividendos en un tiempo corto y estando favorecidos los productores que sus campos están cercanos a las vías de acceso que facilita la comercialización inmediata, ya sea para mercados locales o de la Costa.

Otras generalidades del cultivo

Los lotes que se cultivan arveja generalmente son de propiedad del agricultor pero pueden ser dados en parceria, generalmente cuando se quiere producir arveja verde en que el propietario proporciona el lote y la semilla y el agricultor da su trabajo y cuidados para repartición proporcional directamente del producto de la venta.

Durante los dos últimos años, en algunas zonas conocidas como arvergeras están siendo atendidas con crédito por el Banco Agrario y de preferencia cuando producen grano verde. En estas zonas, en orden de importancia, primero se encuentra el trigo y/o cebada en las partes altas, papa y maíz-frijol, entre otros de menor importancia.

Lenteja (Lens culinaris)

En la Sierra Norte del país, el cultivo de lenteja está restringido solo a algunas zonas de ladera al pie de los 2.900 msnm; los suelos son generalmente superficiales, de baja fertilidad y de preferencia calizos; sin embargo, se cultivan también en suelos con cierto grado de ácidos.

Epoca de siembra y preparación del suelo

La época de siembra del cultivo ocurre entre octubre y noviembre con la aparición de las lluvias; la preparación de los suelos se hace con arado de madera y con bueyes dándole una arada y una cruza. Cabe indicar que las yuntas que utilizan generalmente es de propiedad de cada agricultor, las mismas que pueden prestarse entre ellos para su devolución con el mismo trabajo; la mayor dificultad que se enfrenta en esta época es a veces el exceso de lluvia que dificulta la siembra, por lo que tiene que ser muy oportuno.

Semilla

La semilla que utilizan los productores de lenteja procede de sus propios lotes o fincas; en muy raras ocasiones la compran de los mercados de ferias dominicales en los distritos más cercanos; esto ocurre cuando en la campaña anterior tuvieron pérdida del cultivo o el precio fue muy favorable y vendieron la totalidad de la cosecha. Los granos que utilizan para semilla no lo seleccionan ni reciben tratamiento alguno.

Sistema de siembra

El sistema de siembras al voleo usando en promedio 70 kg de semilla que se lo tapa con yunta con arados muy livianos. Durante el primer mes de vida del cultivo, ocurre amarillamientos, maduramientos y muertes de plántulas, siendo mayor el daño en lotes planos y en años lluviosos conociéndolo el agricultor como que el cultivo se "yuga" (podriciones radiculares), para lo cual el agricultor no acostumbra a resembrar, dado a que por su mismo sistema de siembra al voleo es difícil su tapado cuando una parte del cultivo está ya más avanzado.

Fertilización

En cuanto a la fertilización, en el cultivo de lenteja no usan ningún tipo de enmienda, pues los agricultores mencionan que no requiere y en suelos abonados la lenteja se vicia y no produce nada, aunque esporádicamente algunos están aplicando guano de corral y están cambiando el uso del suelo hacia papa, arveja o maíz si el suelo es más profundo, en cultivos que si usan algunos fertilizantes.

Riego

El cultivo, por llevarse en zonas altas y agrestes, no dispone de infraestructura

de riego o simplemente no hay agua para tal fin, por lo que se siembra en época de lluvia, experimentándose un exceso o escasez de agua según sea el año, afirmando que no realizan práctica alguna para enfrentar esta situación. Existen algunos agricultores que disponen tierras en las partes bajas que se riegan a otros cultivos como papa, maíz, arveja, en suelos que no se siembra lenteja.

Problemas de producción del cultivo

Durante el cultivo de lenteja se observa, y el agricultor nos indica que la incidencia de malezas es alta en los campos de cultivo, encontrándose cadillo, pajilla, entre otros, lo que se desprende entre los 45 y 60 días en forma manual. Por otro lado, como enfermedades, algunos años se presenta el polvillo (Roya) en años secos causando fuerte caída de hojas y flores y vancamiento de vainas, pudrición de raíces, expresado por un amarillamiento de plantas, marchitez y enrollamiento de cogollos cuando el período lluvioso es prolongado y se producen estancamientos de agua por mucho tiempo. Y como insectos se encuentran picadores, chupadores que blanquean el follaje. Frente a estos problemas, el agricultor mencionará no usar ningún tipo de control y siempre cosecha. Y es esta una de las campañas que tiene y que sus rendimientos van desde 300 a 1.000 kg/ha prioritariamente destinado al mercado y en baja proporción para el autoconsumo.

Variedades

En cuanto a variedades, se siembran dos tipos de lenteja, una de grano grande llamada lenteja y otra pequeña conocida solo como lenteja, y dentro de esta, la lenteja verde y la lenteja amarilla; mencionan que prefieren sembrar el lentejón ya que sus rendimientos y precio son los mejores. El período vegetativo de estas variedades criollas está alrededor de 7.5 meses.

Rotación

Los campos en que se cultiva lenteja están destinados a rotarse principalmente con trigo y cebada, los mismos que después de dos o tres años consecutivos de cultivo se dejan descansar, lo que el agricultor lo conoce como "cuaresma", durante un año; dichos campos son de preferencia de propiedad del que cultiva.

Otras generalidades

En orden de importancia en estas zonas están:

La cebada, trigo, lenteja, linaza, arveja, papa, maíz; estos tres últimos según los suelos sean más profundos y fértiles, los mismos que son escasos en las zonas lentejeras.

En forma general, se puede decir que los agricultores cultivadores de lenteja están desprovistos del crédito debido al alto riesgo al que están expuestos sus campos; sin embargo, circunstancialmente algunos agricultores tienen préstamos del Banco Agrario para trigo y/o papa prioritariamente.

Así mismo, son los lugares que están menos atendidos técnicamente, es decir, que vienen utilizando estos agricultores recursos marginales principalmente en cuanto a suelo y destinando mayormente sus productos para el autoconsumo dependiendo de la extensión que dispongan para cultivo.

PROBLEMATICA DEL CULTIVO DE LENTEJA Y ARVEJA

Sierra Norte de Perú

Lenteja

1. Poca disponibilidad de semilla y solo de variedades criollas que están en extinción.
2. Uso de suelos marginales para el cultivo (suelos superficiales, erosionados, infértiles y con mucha pendiente).
3. Alta incidencia de roya en años secos y pudriciones radiculares en años lluviosos.
4. Poca rotación de sus campos en los que cultivan lenteja.
5. Alta incidencia de malezas y daño en los deshierbes que muchas veces son muy tarde (causa para los patógenos del suelo).
6. Falta de apoyo técnico y crediticio.
7. Deficiente sistema de comercialización que no estimula al productor.

Arveja

1. Poca disponibilidad de semilla, sobre todo en zonas productoras de grano verde.
2. Existencia solo de cultivares criollos y la preferencia de los granos grandes y lisos.
3. Escasez de agua dado que se siembra durante 5-6 meses faltando para los cultivos potreros.
4. Incidencia de plagas y enfermedades, sobre todo en cultivo bajo riego y para grano seco (daños por pájaros en la siembra y germinación, pudriciones radiculares, Oidium

y Antracnosis).

5. Alta incidencia de malezas dado que los suelos son más fértiles que para lenteja y están expuestos a períodos prolongados de lluvia, donde falta mano de obra para las deshierbas y si se hace son inoportunas (tarde) que causa mayores daños de patógenos del suelo.
6. Poca o nula rotación con otros cultivos, sobre todo en lugares que posteriormente se destinan para grano verde.
7. Los lotes que se cultivan para grano verde son preferentemente altos en apariencia.
8. No existe un medio de comercialización que garantice ganancias al productor.

Consideraciones generales

- La problemática extraída de los cultivos en mención (arveja y lenteja) se la puede enfrentar primordialmente con una renovación genética, para lo que se debe iniciar con un mejoramiento por selección, solicitando para el efecto el envío de materiales de germoplasma con ensayos de rendimiento en los que se incluirá como testigo la variedad local y los sistemas y condiciones de manejo del agricultor.
- Por otro lado, se pueden incluir algunos estudios sobre cambios de tecnologías de manejo de sus campos, como rotaciones y reducir tal vez el laboreo de los suelos para evitar grandes pérdidas de suelo por erosión y empobrecimiento al que también lleva el monocultivo de campaña en campaña.

CARACTERISTICAS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE LEGUMINOSAS DE GRANO EN LAS ZONAS ALTAS DE LA SUBREGION ANDINA

Guillermo Hernández-Bravo *

PRODUCCION Y HABITOS DE CONSUMO

La producción de leguminosas de grano comestible en los países de la Subregión Andina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, se lleva a cabo con un alto número de variedades o tipos de semilla.

El Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina (PROCIANDINO) ha enfocado sus esfuerzos de integración en el mejoramiento de las cuatro especies que son frijol, Phaseolus vulgaris; haba, Vicia faba; arveja, Pisum sativum; y, lenteja, Lens culinaris. También se hará mención en este trabajo, de la especie de garbanzo, Cicer arietinum, por motivo de haberse incluido dentro del Curso de Capacitación Profesional.

Los pequeños agricultores que siembran estas leguminosas hacen uso de un gran número de variedades nativas, las cuales cada uno ha venido seleccionando en su región por presentar mejores características, principalmente de adaptación. Algunos agricultores han venido usando también variedades mejoradas que se han formado en las estaciones experimentales del país. Otros productores de mayores ingresos económicos, han podido utilizar en sus siembras semillas certificadas de variedades desarrolladas en el extranjero.

La producción de estas leguminosas está localizada básicamente en las áreas de minifundio. Sin embargo, como se aprecia en el Cuadro 1, la superficie que se siembra de frijol, haba y arveja en la Subregión Andina, es de considerable importancia.

* Ing. Agr., M.S., Ph.D. Coordinador Internacional del Subprograma I. Leguminosas de Grano del IICA-PROCIANDINO.

Frijol

Por lo que se refiere a la producción de frijol en zonas de la Región Andina, a alturas mayores de 2000 m, los países de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, siembran respectivamente el 50, 93, 94 y 60% de su superficie en estas zonas altas, haciendo esto una cantidad global de 195,000 hectáreas.

Bolivia

En este país se siembran alrededor de 5000 ha de frijol en la zona andina y su consumo es principalmente como grano seco.

Colombia

Aquí se cultivan aproximadamente 112,000 ha en la zona andina, principalmente en los Departamentos de Antioquia y Nariño. El frijol se consume como grano seco, como grano tierno y como habichuela.

Ecuador

Se siembran casi 38,000 ha en la Sierra, principalmente en las Provincias de Loja y Azuay. Esta leguminosa se consume tanto como grano tierno como seco.

Perú

Este país cultiva alrededor de 40,000 ha en la región de la Sierra, siendo los Departamentos de Amazonas y Cajamarca los que tienen la mayor producción. El consumo del frijol es principalmente como grano tierno y grano seco.

Venezuela

Este país produce casi la totalidad de sus 40,000 ha en zonas bajas de los Estados de Táchira, Mérida, Barinas, Portuguesa y Aragua, entre otros. Al frijol se le consume básicamente como grano seco.

Cuadro 1. Areas de producción (ha) de principales leguminosas de grano en los países de la Subregión Andina. 1989.

País	Frijol	Haba	Arveja	Lenteja	Garbanzo
Bolivia	10,000	39,000	15,300	----	400
Colombia	121,000	8,500	20,000	----	----
Ecuador	40,000	5,000	7,000	600	----
Perú	67,000	20,000	25,000	2,500	200
Venezuela	40,000	----	4,000	----	----
Total Subregión	278,000	72,500	71,300	3,100	600

Haba

La superficie total de haba que se siembra en la Subregión Andina es aproximadamente de 72,000 hectáreas, siendo Bolivia y Perú los que más producen esta leguminosa. Los principales Departamentos y Provincias productores de haba en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Principales Departamentos/Provincias productores de haba en la Subregión Andina. 1989.

País	Departamentos o Provincias
Bolivia	Potosí y La Paz
Ecuador	Bolívar y Chimborazo
Colombia	Nariño
Perú	Junín y Puno

Referente al hábito de consumo del haba en la Subregión Andina, este es tanto

como grano tierno como grano seco.

Arveja

La arveja es otra leguminosa comestible muy importante en la Subregión Andina, sembrándose un total de 71,000 hectáreas. Perú, Colombia y Bolivia, en su orden, son los países que tienen la mayor producción. En cuanto a la distribución de esta producción, los principales Departamentos y Provincias se señalan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Principales Departamentos/Provincias productores de arveja en la Subregión Andina. 1989.

País	Departamentos o Provincias
Bolivia	La Paz y Cochabamba
Colombia	Cundinamarca y Boyacá
Ecuador	Chimborazo y Bolívar
Perú	Cajamarca y Junín
Venezuela	Táchira y Mérida

En cuanto al consumo de la arveja en los países, en Colombia, Ecuador y Perú la mayor tendencia es consumirla como grano tierno y algo como grano seco. En Bolivia se come principalmente como grano tierno. En Venezuela se le consume más como grano seco.

Lenteja

Como se puede observar en el Cuadro 1, la superficie sembrada de lenteja en la Subregión Andina es muy baja, casi alrededor de 3000 ha, de las cuales 2500 ha son producidas en Perú, principalmente en los Departamentos de Cajamarca y La Libertad. En Ecuador la arveja se produce mayormente en las Provincias de Chimborazo y Tungurahua. Su consumo es como grano seco.

Garbanzo

De las cinco leguminosas de grano mencionadas en este escrito, el garbanzo es el que se siembra en menor superficie en la Subregión, llegando solamente a 600 ha, de las cuales 400 ha son producidas en la Provincia de Chuquisaca en Bolivia y 200 ha en el Departamento de Ica en Perú. En estos dos países se le utiliza principalmente como grano seco.

PRINCIPALES VARIEDADES NATIVAS Y MEJORADAS

Frijol

Bolivia

Las variedades nativas o criollas más comunes en la Sierra son: Poroto blanco, Poroto amarillo, K' opuru gris, K' opuru guinda. Con respecto a nuevas variedades mejoradas de frijol, estas están siendo formadas en el Centro de Investigaciones Fitotécnicas de Pairumani en Cochabamba y en la Universidad Autónoma "Gabriel René Moreno" de Santa Cruz (variedades para zonas bajas).

Colombia

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), ha desarrollado en los últimos años varias variedades mejoradas de frijol para la zona andina, dentro de las cuales se pueden señalar las que se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Características de algunas variedades mejoradas de frijol voluble formadas por el ICA de Colombia.

Variedad	Color	Tamaño (1) (g)	Reacción a enfermedades	Año de liberación
ICA Viboral	crema con moteado rojo	75	Susc.Antracnosis	1979
ICA Llanogrande	crema con moteado rojo	50	Resist.Antracnosis	1982
Frijólica L.S.3.3	crema con estrías rojas	60	Tol.Antracnosis	1985
Frijólica 0-3.1 (2)	rojo con estrías crema	45	Resist.Antracnosis	1985
Frijólica 0-3.2	morado con estrías crema	65	Tol.Antracnosis	1985

(1) Peso de 100 semillas. (2) Hábito de crecimiento arbustivo.

Ecuador

Los agricultores siembran en la zona andina un alto número de variedades nativas, entre las que se pueden mencionar las siguientes: Bolón bayo, Bolón rojo, Bolón blanco, Panamito, Canario, Cargabello, Magola, Percal blanco, Uribe y Algarrobo. Así mismo, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) entregó a los productores en 1988 cuatro variedades de frijol cuyas características se observan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Características de variedades mejoradas de frijol, liberadas por el INIAP de Ecuador.

Variedad	Hábito de crecimiento	Color	Tamaño (1) (g)	Reacción a enfermedades
INIAP-400	Voluble	crema con estrías moradas	50	Resist.Antracnosis
INIAP-402	Arbustivo	rojo vino	51	Resist.Antracnosis y virus BCMV
INIAP-403	Voluble	bayo	70	Tol. Roya
INIAP-404	Arbustivo	rojo con crema	45	Tol.Ascochyta

(1) Peso de 100 semillas.

Perú

En Perú existe una gran variabilidad genética en cultivares criollos de frijol, principalmente en la Sierra norte del país. Sin embargo, existe una inclinación de preferencia hacia los granos de color blanco, amarillo y rojo, de un tamaño grande entre 40 y 50 gramos, relativo al peso de 100 gramos. El Instituto Nacional de Investigación Agrícola y Agroindustrial (INIAA, antes INIPA), liberó tres variedades mejoradas en 1985/86, las cuales se describen en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Características de variedades mejoradas de frijol, liberadas por el INIAA de Perú.

Variedad	Hábito de crecimiento	Color	Tamaño (g)	Reacción a enfermedades
Gloriabamba (Para Dpto.Cajamarca)	Voluble	bayo	42	Resist.Antracnosis
Blanco Salkantay (Para Dpto.Cusco)	Voluble	blanco (tipo Caballero)	65	Tol.Ascochyta
Rojo Mollepata (Para Dpto.Cusco)	Arbustivo	rojo (tipo Red Kidney)	65	Tol.Añublo

Venezuela

El Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), ha desarrollado varias variedades mejoradas de frijol negro (caraota), entre las que se pueden mencionar: Cubagua, Coche, Tacarigua y Montalbán. Estas variedades se han formado para zonas de producción con climas calientes y templados.

Haba

la variabilidad genética del haba existente en la Subregión Andina, también es bastante importante. Esto se manifiesta principalmente en una amplia variación en cuanto a factores de adaptación, de resistencia a enfermedades, tamaño de grano y color del grano. Algunas de las variedades criollas más comunes en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú se mencionan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Variedades nativas de haba más comunes en los países de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú.

Bolivia	Habilla Chaucha, Huailaku, Chola, Grande Palqui, Quelcao, Tuna haba, Yana haba, Caramarca, Pantoja.
Colombia	Blanca, Chaucha, Morada, Boyacá.
Ecuador	Huagra haba, Chaucha, Haba blanca, Haba verde, Haba delgada, Sangre de Cristo.
Perú	Blanca Anta, Chacha, Quelcao, Culli Cusco, Cusqueñita (en el Dpto. de Cusco). Otras variedades criollas en los Dptos. de Puno, Junín, Ayacucho y Huancavelica.

El Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas Pairumani en Cochabamba, Bolivia, está mejorando genéticamente la especie de haba. A la fecha ha formado seis variedades mejoradas con los nombres de: Pairumani-1, Pairumani-2, Pairumani-3, Pairumani-4, Pairumani-5 y Pairumani-6.

En forma semejante, tanto el Centro Regional de Investigación Obonuco del ICA, localizado en Pasto Colombia, como la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP en Quito, Ecuador, están haciendo sus últimos estudios en 1989 para liberar próximamente nuevas variedades mejoradas de haba para beneficio de sus países.

El INIAA de Perú ha producido en los últimos cinco años, cuatro variedades de haba en el Dpto. de Cusco (Cuadro 7) y desde 1987 está coordinando en la Subregión Andina un Proyecto Cooperativo de Mejoramiento Genético en Haba, dentro del marco del PROCANDINO.

Cuadro 7. Variedades mejoradas de haba formadas por el INIAA de Perú.

Variedad	Color del grano	Tamaño del grano (1) (g)
Verde Anta	Verde cremoso	160
Blanco Anta	Verde Blanquizco	150
Raymi	Marrón claro	130
Ccolla	Rojo carmín oscuro	150

(1) Peso de 100 semillas.

Arveja

De esta leguminosa comestible se encuentra un menor número de variedades nativas en la Subregión Andina, con respecto a las que prevalecen de frijol y haba. No obstante, las variedades locales que más frecuentemente siembran los agricultores, se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Variedades nativas de arveja más comunes que se siembran en los países de la Subregión Andina.

País	Variedades nativas
Bolivia	Petit Pois, Blanca, Palomillo
Colombia	Piquinegra, Guatecana, Blanca, Sarda, Ofinegra, Gorriona, Blanquilla.
Ecuador	Alverjón, Crema, Rosada, Verde
Perú	Alverjón blanco, Azul de San Pablo.
Venezuela	Alverjón.

En estos países también se han introducido y evaluado en el pasado muchas variedades de otros países. En esta forma, los agricultores de Bolivia, Colombia y Ecuador, todavía siembran la variedad Alaska, probablemente por su característica de precocidad. En forma semejante, en Ecuador, Perú y Bolivia, es común encontrar en los campos de cultivo a la variedad Alderman; esto probablemente se deba a su buena adaptación y a su tipo de vaina y granos grandes (verdes), lo cual tiene alta demanda como grano tierno en los mercados locales.

Lenteja

La superficie de lenteja que se siembra en la Subregión Andina es bastante reducida (3.100 ha). En las zonas productoras generalmente se han utilizado variedades introducidas de los Estados Unidos, de Chile o de Argentina. Se desconoce la existencia de variedades nativas de importancia comercial.

En el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador, se liberó en 1988 una variedad mejorada de lenteja con el nombre de INIAP-406. Esta variedad es muy precoz con 130 días a la cosecha, es tolerante a pudriciones radiculares, su grano es de color crema con un tamaño en diámetro de 5-6 mm.

Garbanzo

Con respecto a esta leguminosa, tanto en Bolivia como en Perú, no se conocen variedades nativas de importancia comercial. En las zonas productoras de estos dos países se siembra el garbanzo del tipo "kabuli" de color crema. En Ica, Perú se le conoce como Gigante Español, con un tamaño de grano de 50-60 gramos (peso de 100 granos). En Chuquisaca, Bolivia, se le conoce únicamente como garbanzo local.

En forma generalizada, los tipos de grano de frijol, haba, arveja y lenteja, que más prefieren los agricultores y los consumidores en los cinco países de la Subregión Andina, se encuentran en el Cuadro 9.

CARACTERISTICAS DESEABLES EN LAS FUTURAS VARIEDADES MEJORADAS

Frijol

Se deben desarrollar variedades volubles con un tipo de planta no agresivo o que sea perjudicial a la planta de maíz, en los sistemas de cultivo asociado.

Las nuevas variedades deben tener alto potencial de rendimiento y con una madurez no mayor de 190 días a la cosecha. De acuerdo a la zona donde se realice la producción, las variedades deben poseer un tipo de grano de fácil aceptación y tener cualidades de resistencia a enfermedades muy comunes como: pudriciones radiculares, virus del mosaico común del frijol (BCMV), Antracnosis, Ascochyta, Añublo de halo.

Haba

Las futuras variedades mejoradas deberán tener un hábito de crecimiento menos ramificado, un alto índice de cosecha, alto potencial de rendimiento, una madurez a la cosecha de grano seco entre 150 y 180 días, buena distribución de vainas a lo largo de la planta. El grano debe ser de la forma, color y tamaño de mayor preferencia en cada región. Dependiendo de las prioridades en cada zona productora, las nuevas variedades deben poseer resistencia a enfermedades comunes causadas por Botrytis, virus y pudriciones radiculares.

Cuadro 9. Características de tipos de grano de frijol, arveja, haba y lenteja de mayor preferencia en la Subregión Andina.

Cultivo	País	Color	Forma	Tamaño	Peso 100 semillas (g)
Frijol	Bolivia	Crema, blanco, mostaza, gris	Ovoide, redondo	Mediano	30 --45
	Ecuador	Bayo, rojo, crema, amarillo, rojo/ crema, rojo/morado	Redondo, semialargado	Grande	45 - 70
	Perú	Blanco, amarillo, rojo	Ovoide y semi-alargado	Grande	40 - 65
	Colombia	Rojo, rojo/estriás crema, crema/estriás rojas	Ovoide, redondo y semi-alargado	Grande	45 - 75
	Venezuela (zonas bajas)	Negro opaco, blanco	Ovoide, semi-alargado	Pequeño-mediano	20 - 35
Arveja	Bolivia	Verde, crema	Redondo/liso	Grande	30 - 40
	Ecuador	Verde claro, crema	Redondo/ liso	Grande	25 - 30
	Perú	Verde, crema	Redondo/liso	Grande	30 - 40
	Colombia	Verde, crema	Redondo/liso, arrugado	Mediano-grande	25 - 40
	Venezuela	Verde, crema	Redondo/liso	Mediano-grande	25 - 40
Haba	Bolivia	Verde, verde claro, marrón	Alargado/aplanado	Grande	100-150
	Colombia	Verde claro, crema	Alargado/aplanado	Grande	100-150
	Ecuador	Verde claro	Alargado/aplanado	Grande-mediano	100-150
	Perú	Verde claro, marrón claro	Alargado/aplanado	Grande	100-150
	Venezuela	-----	-----	-----	-----
Lenteja	Bolivia	Marrón claro, crema	Redondo/aplanado	Grande (5 mm ϕ)	7 - 9
	Ecuador	Marrón claro, crema	Redondo/aplanado	Grande """"	7 - 9
	Perú	Marrón claro, crema	Redondo/aplanado	Grande """"	7 - 9
	Colombia	Marrón claro, crema	Redondo/aplanado	Grande """"	7 - 9
	Venezuela	-----	-----	-----	-----

Arveja

Considerando las necesidades de cada país, las nuevas variedades mejoradas o que se seleccionen, deben ser precoces y con hábito de crecimiento determinado o bien de hábito indeterminado pero con un período a la cosecha menor de 150 días. Deben tener un alto potencial de rendimiento y con un tipo de vaina y grano que sea de fácil aceptación y comercialización. Estas variedades, según las necesidades de cada país, deben tener resistencia o tolerancia a enfermedades muy comunes como pudriciones radiculares o la Ascochyta. Así mismo, tolerancia al daño causado por barrenadores del tallo como Melanogromyza.

Lenteja

Es muy deseable que las nuevas variedades que se siembren sean precoces con menos de 150 días a la cosecha, con alto potencial de rendimiento, con un tipo de grano cuyo color, forma y diámetro (calibre) sea de alta demanda en las zonas de producción. También es muy deseable que se analice su resistencia a Roya y a las pudriciones radiculares.

Garbanzo

Las nuevas variedades que se continúen seleccionando y sembrando, deben ser del tipo kabuli (grano de color crema y de tamaño grande), no muy tardías a la cosecha con un período deseablemente menor de 150 días. Estas variedades deben poseer necesariamente resistencia principalmente a pudriciones radiculares y a la Ascochyta.

BIBLIOGRAFIA

1. GRITTON, E.T. 1987. *Informe de Consultoría sobre Arveja (Pisum sativum L.) en la Subregión Andina. IICA-PROCIANDINO. Quito, Ecuador.*
2. HORRQUE, R.F. 1988. *Informe sobre la Producción e Investigación en el Cultivo de Haba (Vicia faba L.) en el Perú. INIAA. Cusco, Perú.*
3. IICA. 1989. *Diagnóstico de la Producción e Investigación de Leguminosas de Grano.*

Plan Anual del Tercer Año. PROCIANDINO. Quito, Ecuador.

4. *MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1983. Variedades de Frijol de mayor comercialización. Bogotá, Colombia.*
5. *RIOS, J.R.B. y ROMAN, A. 1987. Recomendaciones Generales para el Cultivo de Frijol voluble o de enredadera en el Oriente de Antioquia. ICA. Boletín de Divulgación N° 79. Medellín, Colombia.*
6. *VILLASIS, C. y colaboradores. 1988. INIAP-400, variedad precoz de fréjol voluble. INIAP-PROTECA. Plegable N° 97. Quito, Ecuador.*
7. *VILLASIS, C. y colaboradores. 1988. INIAP-402, Variedad de fréjol arbustivo. INIAP-PROTECA. Plegable N° 98. Quito, Ecuador.*
8. *VILLASIS, C. y colaboradores. 1988. INIAP-403, variedad de fréjol Bolón Bayo. INIAP-PROTECA. Plegable N° 99. Quito, Ecuador.*
9. *VILLASIS, C. y colaboradores. 1988. INIAP-404, variedad de fréjol arbustivo Cargabello Seleccionado. Plegable N° 26. Quito, Ecuador.*
10. *VILLASIS, C. y colaboradores. 1988. INIAP-406. Variedad de lenteja precoz. Plegable N° 95, Quito, Ecuador.*
11. *VOYSEST, O. 1983. Variedades de frijol en América Latina y su origen. CIAT. Cali, Colombia.*

SECCION II.
TEMAS ESPECIFICOS POR CULTIVOS



RECURSOS GENETICOS DE ARVEJA

(Pisum sativum)

Mario Lobo A. *

Según Davies (1976), la arveja constituye una de las cuatro leguminosas de semilla más importantes del mundo, siendo producida, en gran escala, en especial, en los países de la zona templada, aún cuando se le entrega igualmente en sitios elevados en los trópicos. Tradicionalmente, la especie ha sido cultivada para consumo en fresco o como grano seco, pero su uso ha sufrido modificaciones en los últimos años. Según Govarov, citado por Makasheva (1983), los centros primarios de origen de la arveja son las regiones montañosas del Suroeste del Asia, en especial Afganistán y la India, TransCaucasia y Etiopía con un centro secundario de diversidad ubicado en el Mediterráneo.

Se ha afirmado que la base genética de la especie es relativamente estrecha en aquellos lugares donde se han desarrollado programas de mejoramiento (Gentry, 1971). En este contexto, Blixt (1970), señaló que una gran cantidad de material primitivo y silvestre aún existe en muchas regiones tales como: Etiopía, el Cercano Oriente e Israel y que la exploración, colección y mantenimiento del material debería ser llevado a cabo en forma urgente; agregó el autor, que solamente en Turquía existían alrededor de 20 cultivares primitivos, los cuales representan un potencial de gran valor.

Blixt (1970) considera como fuente importante de germoplasma las formas primitivas que han evolucionado por espacio de 400 años en Sur América lejos de su nicho de origen y sin migración genética posterior de las áreas de origen, habiendo estado este material sometido a entrecruzamiento local por la acción de insectos. Se citan igualmente como fuentes de variabilidad los cultivares comerciales desarrollados en diversas partes del mundo, líneas utilizadas por diversos grupos de investigadores en genética y aquel material creado mediante mutagénesis.

Es importante señalar que, alrededor de este cultivo, se formó la PGA (Asociación de Genetistas de Arveja), la cual tiene su sede en Geneva (Nueva York), cuya finalidad

* *I.A., Ph.D. Coordinador Nacional Programa de Hortalizas ICA, A.A. 100, Rionegro, Antioquia, Colombia.*

es facilitar el intercambio de información y asegurar la preservación de líneas de arveja de valor genético, grupo que inició sus actividades en 1969 y que anualmente publica "The Pisum Newsletter".

Para describir el tópico de recursos genéticos, es necesario tomar en consideración cada una de las áreas del tema como son: introducción, colección, caracterización, mantenimiento y documentación. En la especie arveja, y en relación a introducción, se debe tener especial cuidado con el aspecto patológico, siendo especialmente importante el mosaico transmitido a través de la semilla (PSbMV), el cual también puede ser llevado por la semilla de lenteja y haba; la enfermedad se caracteriza por enanismo y enrollamiento de los folíolos con o sin mosaico, siendo conspicuos los síntomas a los 5 días de emergencia de la planta, (Hagendorn, 1984); este es el momento para eliminar cualquier planta sospechosa de la virosis. En el anexo 1 se incluye un listado de colecciones de germoplasma por países, el cual se extractó principalmente, de información de Ayad y Murthi (1980).

En el aspecto de colección, es conveniente señalar la importancia de los materiales sembrados por los agricultores, a partir de que el cultivo de la arveja fue introducido por los españoles a América. El aislamiento en diversos nichos ecológicos, la selección y algún grado de entrecruzamiento natural por insectos sumado a la máxima fuerza de deriva genética, como es, pequeñas poblaciones con un máximo de autofecundación, ha causado la formación de subpoblaciones de gran valor genético, con grupos de genes adaptados a una gran diversidad de ambientes. Este recurso debe colectarse antes de que se presente erosión genética o que el agricultor lo reemplace por las llamadas variedades mejoradas.

La arveja está considerada dentro de la categoría de semillas ortodoxas (Cromarty et al., 1982). Esto indica que se puede almacenar con bajo contenido de humedad y a baja temperatura; el peso de 1000 semillas fluctúa entre 90 y 330 g y ocupa un volumen de almacenamiento entre 230 y 330 cm³ (Cromarty et al., 1982). El almacenamiento a largo plazo, puede lograrse a -20°C con un 5% de contenido de humedad de las semillas, en cuyo caso se ha calculado un intervalo de regeneración de 1070 años y de acuerdo a las constantes de viabilidad que se han estimado para la especie (Cromarty et al., 1982). Es de anotarse que la cifra anterior es una extrapolación de cálculos teóricos. De todas formas, esto señala la necesidad de renovación poco frecuente cuando la semilla se almacena adecuadamente y luego de secado a baja temperatura y baja humedad relativa; en este sentido Cromarty et al. (1982) recomiendan un sitio de secado con condiciones ideales de 10-15°C y 10-15% de humedad relativa. También se puede incluir un sitio de secado previo a 17°C y con 40 a 45% de humedad relativa, el equilibrio

de contenido de humedad en dicho lugar, el cual es entre 10 y 12% (base húmeda), se alcanzará en forma rápida con semillas como la de arveja dado su bajo contenido de aceite; luego, el material se transfiere a otro sitio de secado a 30°C y 10% de humedad relativa; obteniéndose en el proceso de 2 etapas rebajas en los costos.

Con el fin de utilizar poca semilla en las pruebas de germinación, se ha desarrollado la llamada prueba secuencial (Ellis *et al.*, 1985), la cual tiene alta validez estadística. En este procedimiento se fija previamente el criterio del % de germinación para renovación y se hacen ensayos secuenciales, los cuales y de acuerdo al número de semillas germinadas llevan a una regeneración del material, a un nuevo ensayo o simplemente a la conservación del germoplasma en al caba refrigerada.

La caracterización vuelve útil el germoplasma almacenado, labor que se desarrolla mediante los llamados descriptores, los cuales entre otros, cumplen las siguientes funciones: uniformizar y estandarizar la descripción sistemática por cultivo, facilitar y posibilitar una descripción sistemática e intensificar el intercambio de datos entre centros nacionales e internacionales, Engels (1985). Para el caso de arvejas, se han desarrollado descriptores por parte de ciertos países, señalándose que la lista mínima de descriptores es de 53 (Engels, 1985). Los datos de caracterización pueden emplearse tanto para documentar el germoplasma, como para realizar estudios posteriores de distancias genéticas de valor en evolución y en la identificación de germoplasmas similares, con lo cual, se reducen el mantenimiento y manipulación de las colecciones.

Las colecciones de germoplasma vegetal, su evaluación fenotípica, agronómica y genética generan gran cantidad de información, lo cual constituye la documentación, siendo la función más activa de los centros de recursos genéticos (Rogers *et al.*, 1975); señalando Esquinas (1981) que un buen sistema de documentación es la clave del material depositado en un banco de germoplasma y que la falta de este es el mayor limitante para el empleo de las colecciones. La aparición del ordenador de datos ha revolucionado el campo de la documentación, señalando Witcombe y Erskine (1984) que la computarización de conjuntos y su utilización subsiguiente, conllevan a una serie de etapas de las cuales, algunas de las más importantes son: verificación inicial y reorganización, entrada de los datos al computador, verificación de los datos, edición, re-verificación, informe escrito, análisis y consulta a la base de datos.

BIBLIOGRAFIA

1. AYAD, G. and MURTHI, N. 1980. *Directory of Germoplasm Collections. I. Food Legumes. IBPGR Secretarial, Rome. 22p.*
2. BLIXT, S. 1979. *Pisum. In: Genetic Resources in Plants their Exploration and Conservation (Frankel O.H. and Bennett, eds.). F.A. Davis Company y Philadelphia. p. 321-326.*
3. CROMARTY, A.S., ELLIS, R.H. and ROBERTS, E.H. 1982. *The design of seed storage facilities for genetic conservation. IBPGR Secretariat, Rome, 96p.*
4. DAVIES, D.R. 1976. *Peas. In: Evolution of Crop Plants (N.W. Simmonds edit). Longman, London, New York. p. 472-474.*
5. ELLIS, R.H., HONG, T.D. and ROBERTS, E.H. 1985. *Handbook of seed Technology for Genebanks. Vol. I. Principles and Methodology IBPGR, Rome. 210p.*
6. ENGELS, J. 1985. *Descripción sistemática de colecciones de germoplasma. CIRF, lecturas sobre Recursos Fitogenéticos, caracterización y documentación, 6, CIAT, Cali. 21p.*
7. ESQUINAS, J.T. 1981. *Los Recursos Fitogenéticos una inversión segura para el futuro. Roma FAO, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Ministerio de Agricultura y Pesca (España) 44p.*
8. GENTRU, H.S. 1971. *Pisum Resources, a Preliminary Survey. Plant Genet. Resources Newsletter. 25:3-13.*
9. HAGENDORN, D.J. 1985. *Compendium of Pea Diseases. The American Phytopathological Society. 57p.*
10. MAKASHEVA, R.K. 1983. *The pea. United States Department of Agriculture, and National Science Foundation, Washington D.C. (Kolos Publishers, Leningrado 1973 Translated from Russian).*
11. ROGERS, D.J., SNOAD, B. and SEIDEWITZ, L. 1975. *Documentation for Genetic Resources Centers. In: Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow (P. Frankel, H.G. Hawkes eds.). Cambridge University Press. p. 399-405.*
12. WITCOMBE, J.R. and ERSKINE, W. 1984. *Documentation of germplasm collection by computer. In: Genetic Resources and Their Exploration. Chickpeas, Faba beans and Lentils (J.R. Witcombe, W. Erskine eds.). Martinus Nijloff/Dr. W. Junk Publishers. The Hague, p. 39-50.*

ANEXO: COLECCIONES DE GERMOPLASMA DE ARVEJA

AFGANISTAN

GENETIC RESOURCES UNIT
DARAL AMAN AGRICULTURAL RESEARCH STATION KABUL
NUMERO DE COLECCIONES 33

ALGERIA

INSTITUT DE DEVELOPMENT DES GRANDES CULTURES ALGIERS
150 COLECCIONES

BANGLADESH

GENETIC RESOURCES UNIT
BANGLADESH AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
JOYDEBPUR, DACCA

BULGARIA

INSTITUTE OF PLANT INTRODUCTION AND GENETIC RESOURCES
4122 - SADONO PLONDIS

CUBA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FUNDAMENTALES EN AGRICULTURA
TROPICAL (INIFAT) ALEJANDRO DE HUMBOLT - SANTIAGO DE LAS
VEGAS - HABANA

CHECOESLOVAQUIA

PLANT BREEDING RESEARCH INSTITUTE OF TECHNICAL CROP AND LEGUMES
787 12 SUMPERK
TUMENICE

INDIA

NATIONAL BUREAU OF PLANT GENETIC RESOURCES
NBPGR
IARI CAMPUS
NEW DELHI - 110012
Nº COLECCIONES: 1400

ITALIA

INSTITUTO DEL GERMOPLASMA DEL CNR
VIA G. AMENDOLA 165 - A
70126 BARI
Nº COLECCIONES: 5000

JAPON

NATIONAL INSTITUTE OF AGRICULTURAL SCIENCES (NIAS)
DIVISION OF GENETICS, SEED STORAGE LABORATORY
KANNONDOI 3.1.1
YAKABE - MACHI
TSUKUBA - GUN
IBARAKI - KEN 300-21

HOLANDA

FOUNDATION FOR AGRICULTURAL PLANT BREEDING
INSTITUTE DE HAOF
P.O. BOX 117
6700 AC WAGENINGEN

ÉTIOPIA

PLANT GENETIC RESOURCES CENTER
AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
P.O..BOX
ADDIS ABEBA

REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA

INSTITUT FUR PFLANZENBAU AND SAATGUTFORSCHUNG BUNDESFOR-
SCHUNGSANSTALT FUR
LANDWIRTSCHAFT
BUDESALLEE 50
2300 BRUNSCHWEIG - VOLKENRODE
NUMERO DE COLECCIONES: 100

GRECIA

CEREAL INSTITUTE
THESALONIKI
Nº COLECCIONES: 20

GUADALUPE

STATION D'AMELIORATION DES PLANTES
PETIT-BOURG
Nº COLECCIONES: 250

HUNGRIA

NATIONAL INSTITUTE OF AGROBOTANY (NIAVT)
H-2766
TAPIONZELE

PAKISTAN

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC)
ISLAMABAD

POLONIA

PLANT BREEDING STATION
WIATROWO
62-100 WAGROWIEC
Nº COLECCIONES: 1500

ESPAÑA

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS (INIA)
GENERAL SANJURJO 56
MADRID - 3

SUECIA

WEIBULLSHOLM PLANT BREEDING INSTITUTE LANDSKRONE
Nº COLECCIONES: 5000

TURQUIA

AEGEAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE MENEMEN
IZMIR

REINO UNIDO

JOHN INNES INSTITUTE
COLMERY LAVE
NORWICK Nº 247 UF
Nº COLECCIONES: 1000

U.S.A.

USDA - SEA
NORTH CENTRAL REGIONAL PLANT INTRODUCTION STATION
IOWA STATE UNIVERSITY
AMES, IOWA, 50010
Nº COLECCIONES: 1300

USDA - SEA
NATIONAL SEED STORAGE LABORATORY
COLORADO STATE UNIVERSITY
FORT COLLINS, COLORADO 80523
Nº COLECCIONES: 1150

USDA - SEA
N.Y. STATE AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION
NORTHEASTERN REGIONAL PLANT INTRODUCTION STATION
GENEVA, N.Y. 14456
Nº COLECCIONES: 1825

RUSIA

N.I. VAVILON ALL-UNION INSTITUTE OF PLANT INDUSTRY
44 HERZEN STREET
LENINGRAD
Nº COLECCIONES: 5500

COLOMBIA

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA)
A.A. 100 RIONEGRO (ANTIOQUIA)
Nº COLECCIONES: 300

ANEXO: CARACTERIZACION DE ARVEJA (Descriptores)

- UNIFORMIDAD DE GERMINACION
- INICIACION FLORACION (DIAS)
- RAMAS BASALES
- RAMAS LATERALES
- LONG. ENTRENUDOS DEBAJO 1ª VAINA
- NUMERO DE NUDOS 1ª FLOR
- LONGITUD FOLIOLOS
- ANCHO FOLIOLOS
- LONGITUD ESTIPULAS
- ANCHO ESTIPULAS
- COLOR DE LA FLOR
- NUMERO FOLIOLOS HOJA
- NUMERO DE ZARCILLOS HOJA
- NUMERO FLORES POR INFLORESCENCIA
- NIVEL DE INFLORESCENCIA
- LONGITUD VAINAS VERDES
- ANCHO VAINAS VERDES
- PESO GRANOS
- TIPO DE CRECIMIENTO
- NUMERO VAINAS COSECHADAS
- PESO 50 SEMILLAS (SECAS)
- NUMERO EMBRIONES EN 5 VAINAS
- NUMERO SEMILLAS EN 5 VAINAS
- DIAS A 1ª COSECHA VERDE
- DIAS A 1ª COSECHA SECA
- RESISTENCIA FUSARIUM
- GRANO: COLOR
- SUPERFICIE
- FORMA
- TAMAÑO

MEJORAMIENTO GENETICO DE LA ARVEJA (Pisum sativum)

✓
Mario Lobo A., Emile Girard O. *

La arveja (Pisum sativum L.) es una especie diploide, con un número básico de cromosomas $n = 7$ (Khvostova, 1983). Inicialmente, Linneo distinguió dos especies dentro del género Pisum, las cuales incluyeron P. arvense de flores coloreadas y P. sativum de flores blancas; posteriormente se dio la designación de especie a P. abyssinicum, P. aucheri, P. eliatum, P. formosum, P. fulvum, P. humile, P. jomardi y P. transcaucasicum (Gritton, 1986). Lamprecht (1974) consideró a P. aucheri y P. formosum, materiales perennes, como una sola especie y los clasificó dentro del género Alphotropsis; incluyendo otros autores, las especies perennes dentro del género Vavilovia especie formosa. Actualmente, se considera que el género Pisum es monoespecífico y que las especies ubicadas en forma inicial en el taxón corresponden a ecotipos (Gritton, 1986).

La flor de la arveja es zigomórfica, o sea que puede ser dividida en dos partes simétricas; la corola está compuesta por 5 pétalos unidos entre sí; dos de los pétalos están detrás del estandarte, dos sosteniendo las alas y uno soporta la quilla (Gritton, 1986). Nueve de los diez estambres están fusionados formando un tubo estaminal alrededor del ovario; los filamentos son más cortos que el estilo, en flores muy jóvenes, pero en el momento de la dehiscencia de las anteras estas se encuentran a nivel del borde superior de la quilla contra el estilo; el ovario tiene un carpelo cuyos márgenes se unen en el lado axial y contiene hasta 13 óvulos colocados en forma alterna en las 2 placentas; el estilo se dobla en la parte superior formando un ángulo casi recto en relación al ovario, observándose una densa vellosidad cerca al punto de doblamiento del estilo; el estigma es pegajoso y elíptico (Gritton, 1986). El estigma está receptivo desde varios días antes de la antesis hasta uno o dos días después de que la flor seca (Warnock y Hagendorn, 1954); estando el polen viable durante varios días luego de la dehiscencia de las anteras (Gritton, 1986). La polinización cruzada usualmente es nula o muy baja, pero puede llegar a valores del 60% según señaló Harland (1948) en algunas zonas del Perú. La flor es cleistógama, ocurriendo la polinización 24 horas antes de

* Respectivamente, I.A.; Ph.D., Coordinador Nacional Hortalizas ICA, A.A. 100 Río negro, Antioquia, Colombia; e I.A., M.Sc. Hoechst, Medellín, Colombia.

la antesis (Cooper, 1938). El polen es binucleado, produciéndose la división del núcleo generativo dentro del tubo polínico; dicho polen puede almacenarse por cierto tiempo luego de que se le somete a un secado mediante presión parcial de vacío.

Los cruzamientos en esta especie se realizan en forma relativamente fácil, necesi-tándose un par de pinzas de punta recta, alcohol del 95% para eliminar polen indeseable, etiquetas y un lápiz; adicionalmente, en algunos lugares, se utilizan cápsulas de gelatina 00 para cubrir los cruzamientos con el fin de evitar contaminación por polinización realizada por insectos, práctica que es común en el CRI La Selva (Rionegro, Antioquia, Colombia). La flor seleccionada como progenitor femenino, debe estar en estado próximo a la antesis pero sin que se haya producido aún la autopolinización; en este estado se emascula la flor teniendo buen cuidado de remover los diez estambres. El polen del progenitor masculino es más abundante en anteras recientemente abiertas, lo cual generalmente se presenta cuando los pétalos comienzan la antesis floral. Layne y Hagedorn (1963) indicaron que el polen se puede almacenar hasta por 6 días sin tratamiento alguno, pero sometido al secado al vacío, se puede almacenar a -25°C por aproximadamente un año. Para la polinización artificial se puede utilizar el polen que recubre los pelos estilares y con este polinizar la flor emasculada mediante frotamiento suave. Las flores en las cuales se obtiene mayor prendimiento son las más bajas, o sea aquellas provenientes de los primeros nudos florales.

El programa de mejoramiento de arveja, debe cimentarse en objetivos a corto, mediano y largo plazos y tener unas metas cuantificadas en el tiempo y el espacio; lo anterior es bien propio de cada país y de cada zona productora; como ejemplo, el programa de mejoramiento de arveja en Colombia ha incluido los siguientes objetivos generales (Girald, Lobo, 1987).

1. Mejoramiento de variedades tradicionales (de amplia adaptación) para alcanzar altos rendimientos, mejor distribución de las vainas, y menos follaje, vainas de mayor tamaño y grano seco de color verde.
2. Caracterización de germoplasma local e internacional con el fin de reconocer genes que coadyuven al mejoramiento de las variedades locales.
3. Utilización de mutantes con fines específicos incluyendo resistencia a enfermedades.

Tradicionalmente, el mejoramiento de arveja, al igual que la mayoría de plantas autógamias, se ha venido realizando mediante selección individual y masal dentro de poblaciones heterogéneas y posteriormente mediante cruzamiento y manejo de las poblaciones segregantes por los métodos genealógico y masal. En casos específicos, como

es la incorporación de características gobernadas por pocos pares de genes, se ha apelado al retrocruzamiento, método ampliamente utilizado en la producción de variedades resistentes a enfermedades. En forma más reciente se ha empleado la descendencia de semilla simple, en la cual una serie de plantas F₂, tomadas al azar, darán origen, cada una, a una población en generaciones sucesivas, conservándose de esta forma una variabilidad máxima con eliminaciones de genotipos por selección natural (Pierce, 1977).

Los esquemas recurrentes, métodos sistemáticos para incrementar la frecuencia de genes favorables reteniendo la variabilidad genética dentro de la población (Bliss, 1977), han sido poco empleados en el mejoramiento de plantas autógamas debido a la necesidad de practicar un gran número de polinizaciones manuales. Es deseable, sin embargo, incrementar el número de cruzamientos para de esta forma superar los defectos que han sido señalados en métodos convencionales de mejoramiento en plantas autógamas como son: acumulación de bloques de ligamiento genético y baja variabilidad y recombinación. En relación al contexto anterior, Jensen (1970) propuso el llamado método dialélico selectivo; en este procedimiento se selecciona un grupo de padres y se realiza una primera serie de cruzamientos; con los híbridos obtenidos se lleva a cabo un dialélico y luego con plantas F₁ y F₂ derivadas de este y seleccionadas por características pre-establecidas, se verifican cruzamientos dirigidos después de cada ciclo de cruzamientos se derivan líneas.

Para aumentar la cantidad de entrecruzamientos se han empleado esquemas de mejoramiento convergente tanto para incrementar al máximo la recombinación, como para obtener transgresión genética (Khvostova, 1983). La anterior metodología se ha utilizado en Colombia en tomate, planta igualmente autógama; teniéndose en marcha un trabajo de selección por resistencia a Ascochyta spp. en arveja, en el cual se harán cruzamientos múltiples convergentes entre líneas con cierto grado de resistencia.

Otra metodología, que se ha sugerido para utilización en la especie de arveja es la formación de compuestos; para ello, se produce una serie de híbridos; una vez desarrolladas las plantas F₁, se conecta el polen, se mezcla y se polinizan todos y cada uno de los híbridos con esta mezcla, obteniéndose la semilla de las polinizaciones en masa. El método ha sido empleado, en Colombia, con la especie tomate, por los autores del presente artículo.

En el mejoramiento de arveja ha jugado papel importante la mutagénesis artificial, iniciándose este campo de acción en 1930 mediante el uso de irradiación en Rusia (diversos autores citados por Khvostova, 1983). Igualmente, se han realizado esfuerzos notorios en este sentido en Suecia, la República Federal Alemana, Holanda e Italia. Como resul-

tado de estos trabajos se han establecido pautas sobre inducción artificial de mutantes, tanto mediante el empleo de irradiación como de mutágenos químicos. Así, se han establecido para la irradiación, a nivel de semillas y para obtener mutaciones visibles dosis que van entre 5 y 15 KR (Khvostova, 1983). A nivel de mutágenos químicos se han recomendado: etilenimina 0.02 a 0.03%, si el mutágeno se prepara bajo condiciones del laboratorio; etilmerano sulfonato 0.15 a 0.2%, dietil-sulfato 0.05 - 0.1%, dimetil sulfato 0.02 a 0.025%, N-nitrosoetil urea 0.012 a 0.025%, N-nitrosometil urea 0.01 a 0.015% (Khvostova, 1983), considerándose superiores los métodos químicos. La mutagénesis artificial ha sido empleada con varias finalidades como son: mayor productividad de grano y materia verde, madurez temprana, tallos compactos, alto contenido de proteína y altos niveles de resistencia al complejo Ascochyta spp.

BIBLIOGRAFIA

1. COOPER, D.C. 1938. *Embriology of Pisum sativum*. *Bot. Gaz.* 100:123-132.
2. GIRARD, E. and LOBO, M. 1987. *Pisum Research in Colombia. The Pisum Newsletter* 19:96.
3. GRITTON, E.T. 1986. *Pea Breeding. In: Breeding Vegetable Crops. Avi Publishing Company.* pp. 283-319.
4. HARLAND. 1948. *Inheritance of immunity to mildeu in Peruvian Forms of Pisum sativum*. *Heredity* 2:263-269.
5. JENSEN, N.F. 1970. *A diallel selective mating system for cereal breeding. Crop Science* 10(6):629-635.
6. KHVOSTOVA, V.V. 1983. *Genetics nad breeding of peas. United States Department of Agriculture, National Science Foundation. Ameriod Publishing Co. New Delhi. (Translated from Russian).* 293 p.
7. LAMPRECHT, H. 1974. *Monograph of the genus Pisum. In: Steirmakische Landesdruckeret. (K. Mecenovic Edit.) Graz, Austria* 655 p.
8. LAYNE, R.E.C and HAGEDORN, D.J. 1983. *Effect of vacuum-drying, freeze-drying and storage environmental on the vaibility of pea pollen* *Crop. Sci.* 3:433-436.
9. PEIRCE, L.C. 1977. *Impact of single seed descent in selection for fruit size, earliness, and total yield in tomato. J.Amer.Soc.Hort. Sci.* 102:520-522.
10. WARNOCK, J.J. and HAGEDORN, D.H. 1954. *Stigma receptivity in peas (Pisum sativum L.)* *Agron. J.* 46:274-277.

✓ CARACTERIZACION EN ARVEJA

✓
Patricia Hoyos P. *

Una de las grandes ventajas que posee Colombia en cuanto a recursos es la gran diversidad de fitogermoplasma disponible en muchos cultivos.

La variabilidad genética es esencial para mejorar las variedades de cultivos ya que sin esta, el proceso de selección es imposible y, por ende, el desarrollo de cultivos adaptados a regiones inexploradas, que no se han cultivado a causa de limitaciones serias de terreno, climas y otros factores bióticos no se realizaría jamás.

La mayor diversidad genética entre plantas, dentro de una variedad, reduce la probabilidad de que la población entera sea afectada en forma similar por un factor adverso de producción. Bajo esta situación, son de gran importancia los programas sobre recursos genéticos, ya que ellos constituyen una fuente de nueva variabilidad que puede aportar genes específicos e importantes para los diferentes propósitos de un programa; en consecuencia, el valor de la colección, conservación, caracterización y evaluación, y documentación del germoplasma vegetal es la clave para un futuro firme en el mejoramiento de las plantas.

Paradójicamente, el germoplasma vegetal que es el recurso renovable más importante que tienen los países para satisfacer sus necesidades vitales, no se utiliza eficientemente.

Para esto, es conveniente cambiar la co-existencia de las plantas con el medio ecológico haciéndolas adaptables a las condiciones existentes, lo que implica conocer toda la potencialidad de nuestros recursos genéticos vegetales, para lo cual es necesario caracterizarlos y evaluarlos, con el fin de facilitar su posterior utilización.

La arveja, especie que se consume en el país, tanto en forma de grano seco como enlatado, es un cultivo alternativo para agricultores de clima frío y frío moderado, sustitutivo de importaciones y con potencialidad de exportación a mercados europeos en forma fresca, seca, congelada y en conservas.

* **Ing. Agr. Programa de Genética Vegetal. CNI. Tibaitatá. ICA, Bogotá, Colombia.**

La arveja es un cultivo apropiado para la huerta casera, pues proporciona alimento de alta calidad a la familia campesina.

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) cuenta con 240 colecciones de arveja y ha venido desarrollando, a través de los Programas de Genética Vegetal y Hortalizas, un estudio detallado con el fin de conocer de qué variabilidad se dispone y las necesidades de introducir o coleccionar más germoplasma de esta especie.

CARACTERIZACION

Definición

Según J. Engels (1), la caracterización o descripción fenotípica es una forma activa de recolectar datos y disponerlos en una lista de características exactamente definidas.

La caracterización se puede definir como "La clasificación, medición o análisis de la expresión fenotípica de cada entrada o muestra de una colección definida para cada uno de un conjunto de descriptores bien definidos". Difiere de la evaluación, en cuanto a que esta presenta propósitos específicos, mientras que la caracterización presenta propósitos múltiples.

Objetivos

La caracterización de germoplasma de una especie puede tener los siguientes objetivos:

- A. La descripción de variedades, líneas de fitomejoramiento, entradas o muestras con el fin de identificar características deseables, clasificar los materiales, etc.
- B. La diferenciación entre entradas o colectas con nombres semejantes o idénticos y la identificación de materiales duplicados.
- C. El cálculo de afinidades entre características de una especie y entre un grupo geográfico de variedades.
- D. La estimación del grado de variación dentro de una colección varietal.

Es importante anotar que, el valor de la "descripción del material" es mayor cuando incluye datos de condiciones climáticas, suelo, prácticas culturales, fechas de siembra, etc. Es fundamental que toda la colección que se va a caracterizar, debe

crecer bajo condiciones uniformes, de modo tal que las diferencias que se registren sean propias de los accesiones bajo estas circunstancias.

LISTA DE DESCRIPTORES

La elaboración de listas de descriptores por cultivos cumplen las siguientes funciones:

- Uniformizar y estandarizar la descripción sistemática por cultivo y en general.
- Facilitar y posibilitar una descripción sistemática.
- Intensificar el intercambio de datos entre centros nacionales e internacionales de investigación.

Como la descripción de colecciones puede tener varios objetivos, la composición de los descriptores varía de acuerdo con estos.

Generalmente, se tienen en cuenta los siguientes criterios para la elaboración de una lista de descriptores:

1. El valor agronómico, taxonómico y la heredabilidad de las características a definir.
2. La complejidad para registrar la expresión fenotípica, al igual que la variabilidad de ella dentro de las entradas o muestras.
3. Analizar, si ya existen, los datos para la mayoría de entradas en la colección.
4. La utilidad de los descriptores con objeto de comparación, es decir, para mantener la identidad de las muestras y para identificar posibles duplicados en la colección.
5. La importancia de los descriptores en el uso del germoplasma por los mejoradores.

DESCRIPTORES UTILIZADOS EN LA CARACTERIZACION DE ARVEJA

El Programa de Genética Vegetal del ICA ha venido desarrollando el proceso de caracterización, con base en una serie de descriptores elaborados por el Banco de Germoplasma de Polonia y modificado por investigadores del Programa mencionado y del Programa de Hortalizas.

Estos descriptores incluyen:

1. Datos de pasaporte
 - Número de colección
 - Nombre de colección y sinónimos

Especie

Procedencia

Año de obtención, introducción o colección

Entidad o investigador que envió o colectó el material

2. Caracteres morfológicos

- A. Altura de la planta a floración: altura en centímetros, medido desde el suelo hasta el ápice al momento de la floración.**
- B. Altura de la primera flor: altura en centímetros desde el suelo hasta la inserción de la primera inflorescencia emitida.**
- C. Grosor del tallo en el primer entrenudo floral: es el diámetro en milímetros del entrenudo situado entre las dos primeras inflorescencias.**
- E. Número de ramas basales.**
- F. Número de ramas laterales.**
- G. Longitud del entrenudo debajo de la primera vaina: medido en centímetros.**
- H. Número de nudos a primera inflorescencia**
- I. Número total de inflorescencias**
- J. Número total de flores del tallo principal**
- K. Longitud y ancho de los folíolos: es la medida del largo y ancho de los folíolos presentes en tres hojas por planta: una basal, una de la parte media y otra del ápice de la planta. Datos en centímetros.**
- L. Longitud y ancho de estípulas: promedio de la longitud y ancho de 3 estípulas por planta: una basal, una media y otra apical. Se consideran de gran importancia, porque representan inicialmente una parte protectora y de alta asimilación de nutrientes que aventajan a la propia hoja. Se dan en centímetros.**
- M. Color de la flor: este parámetro cualitativo, permite al mejorador hacer selecciones de plantas precoces.**
- N. Número de flores por inflorescencia.**
- O. longitud de la inflorescencia: dada en cm, para lo cual se mide la mitad de las inflorescencias del tallo principal.**
- P. Número de folíolos por hoja: se da el número promedio de folíolos que se presentan en tres hojas, una basal, una de la parte media y otra del ápice de la planta.**
- Q. Número de zarcillos por hoja: el número promedio de zarcillos que se presentan en tres hojas (basal, media y apical).**

Nota: Los zarcillos de la arveja son de origen foliar y corresponden al raquis, a algunos folíolos y a parte de la hoja.

- R. Longitud y ancho de las vainas: promedio de la longitud y el ancho de 10 vainas tomadas al azar al momento de la cosecha. Medida en centímetros. El ancho se mide en la zona central de la vaina.
- S. Tipo de crecimiento: característica morfológica de gran importancia, pues tiene influencia directa en el manejo agronómico de las especies. En términos generales se clasifican los materiales en dos categorías:

Determinado: Se incluyen en este grupo las plantas cuyo tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia desarrollada, a consecuencia de lo cual, la floración y maduración son tempranas y la planta es arbustiva.

Este caracter es determinado por un gen simple recesivo, lo que significa que su expresión es muy consistente, cualquiera que sean los cambios en las condiciones ambientales.

Indeterminado: Se agrupan en esta categoría, los materiales en los cuales, el tallo principal y las ramas laterales terminan en un meristema vegetativo, susceptible de crecimiento indefinido, que da origen a una guña. Generalmente, estas colecciones tienen períodos de crecimiento más largos.

- T. Vigor: evaluación subjetiva, del estado de crecimiento de la planta con relación a las demás.

3. Factores de rendimiento

- A. Número de vainas por planta: promedio de 5 plantas.
- B. Número de rudimentos seminales por vaina: promedio de 5 vainas tomadas al azar.
- C. Número de semillas en 5 vainas: contados en las vainas anteriores.
- D. Rendimiento de semillas por planta: promedio del peso de los granos de 5 plantas en estado seco (a cosecha). Se dá en gramos.
- E. Número total de semillas por planta.
- F. Iniciación de la floración.
- G. Finalización de la floración.

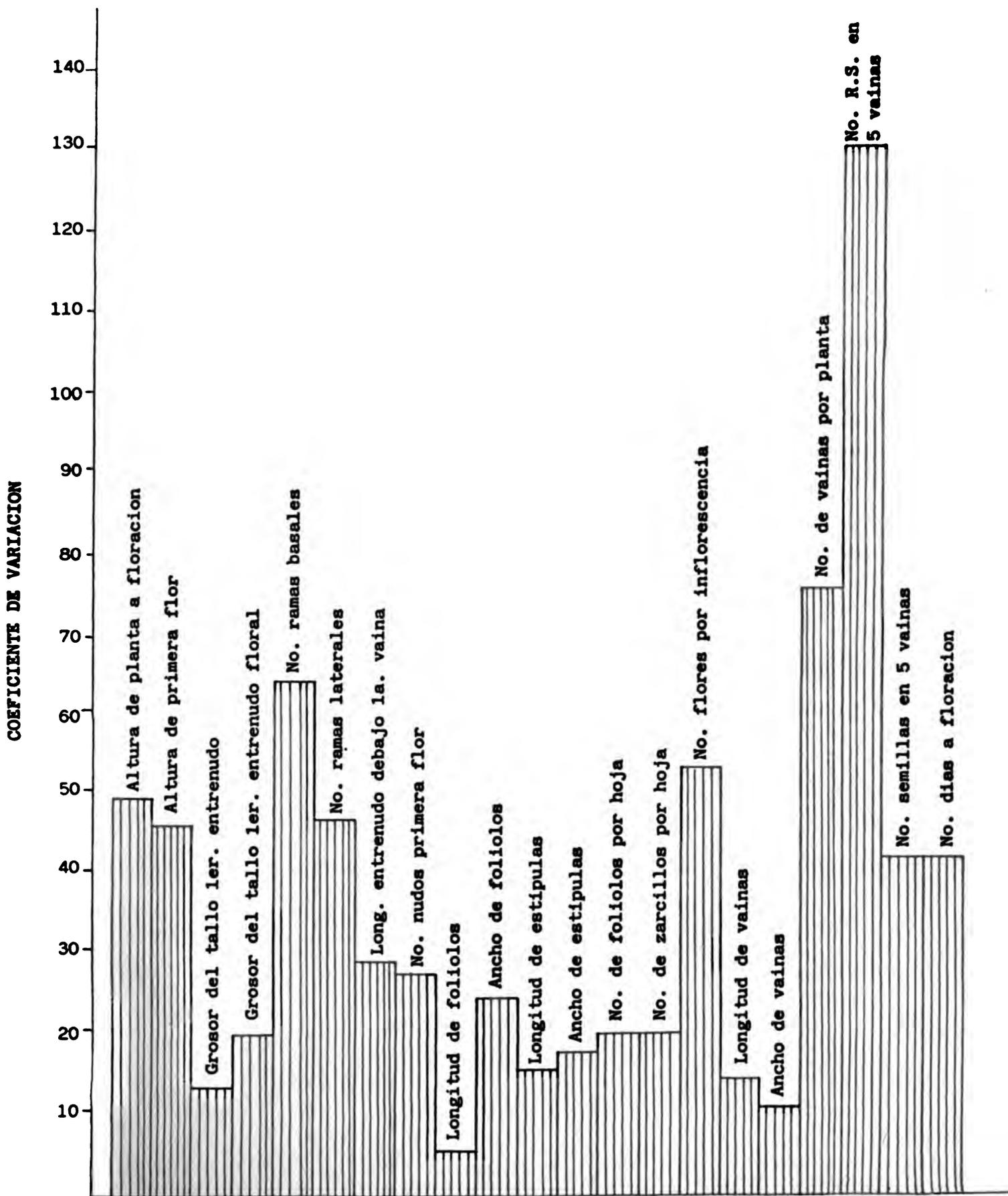
RESULTADOS

En vista de que este es un proyecto en desarrollo, solo se pretendió destacar la variabilidad existente hasta este momento en la colección que reposa en el Banco de Germoplasma del Centro de Investigación Tibaitatá.

En la Gráfica 1 se puede apreciar el coeficiente de variación para cada uno de los parámetros estudiados.

1. Este coeficiente de variación nos indica qué tan variable es una característica dentro de todos los materiales de la colección.
2. En la Gráfica 1 se observa que las características de mayor variabilidad en su orden son:
 - a. Coeficiente de variación mayor del 50%
 - Número de rudimentos seminales
 - Número de vainas por planta
 - Número de ramas basales
 - Número de flores por inflorescencia
 - b. Coeficiente de variación entre el 30-50%
 - Altura de planta a floración
 - Número de ramas laterales
 - Altura primera flor
 - Número de semillas en cinco vainas
 - Número de días a floración
 - c. Coeficiente de variación menor del 30%
 - Longitud de entrenudo debajo de la primera vaina
 - Número de nudos hasta la primera flor
 - Ancho de folíolos
 - Número de zarcillos por hoja
 - Número de folíolos por hoja
 - Grosor del tallo primer entrenudo
 - Ancho de estípulas
 - Longitud de estípulas
 - Longitud de vainas
 - Grosor del tallo primer entrenudo floral
 - Ancho de vainas
 - Longitud de folíolos

GRAFICA 1. COMPORTAMIENTO DE LOS COEFICIENTES DE VARIACION PARA LOS DIFERENTES PARAMETROS MEDIDOS EN LA COLECCION DE ARVEJA.



En los resultados se aprecia una amplia variación para muchos de los componentes del rendimiento, lo cual es ventajoso para ser aprovechado en los planes de mejoramiento.

Estos son los resultados obtenidos en el ambiente de Tibaitatá, el cual se describe en el Anexo 1. El proyecto en su integridad incluye la caracterización en dos ambientes (Tibaitatá y La Selva); una vez culminados se realizará análisis de la interacción Genético-Ambiental.

BIBLIOGRAFIA

1. **ENGELS, J.M.L.** *Caracterización y documentación. Lecturas sobre recursos genéticos. CIRF. p. 21.*
2. **KHOSTOVA, V.V.** 1983. *Genetics and Breeding of Peas, USDA, National Academy of Sciences (Translated from Russian). pp. 12-36.*

DESCRIPTORES CUALITATIVOS

DESCRIPTOS		FRECUENCIA %
1. Vigor de la planta:	Bueno	70.00
	Malo	27.00
	Regular	2.63
2. Color de la flor:	Blanco	87.43
	Rojo	10.92
	Morado	1.63
3. Tipo de crecimiento:	Determinado	57.78
	Indeterminado	45.21

ANEXO 1

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS TIBAITATA

- Coordenadas geográficas:

Latitud norte 4° 42'

Longitud oeste 74° 12'

- Condiciones climáticas promedias:

Humedad relativa 76%

Temperatura: Media 13.1°C

Máxima 19.3°C

Mínima 6.4°C

Evaporación anual 1071.8 mm

Precipitación anual 637.6 mm

Vientos 16.8 m/seg.
máxima promedio

Altura 2.610 msnm

Fuente: Recursos Agua-Tierra
ICA - Tibaitatá

PLAGAS DE LA ARVEJA Y SU CONTROL

*Hugo Calvache G. **

La defensa de los cultivos contra los insectos plagas constituye un factor esencial en el proceso de la producción agrícola, de tal manera que en muchas ocasiones, puede ser definitiva para el éxito de una empresa.

El concepto de insecto plaga, en consecuencia, debe ser muy claro, refiriéndose únicamente a aquella población que reduce la producción del cultivo, afecta el valor de la cosecha o incrementa los costos. Desafortunadamente, en el caso de arveja, al igual que en muchos otros cultivos, no hay información sobre la valoración de pérdidas específicas ocasionadas por insectos, o los criterios utilizados para ello son muy variables e inconsistentes.

Al revisar la lista de insectos dañinos registrados en Colombia (Posada, 1986) encontramos 13 especies que en una u otra forma se alimentan de arveja sin que por ello adquieran la condición de plagas de este cultivo. Por lo general, sus poblaciones se han presentado en niveles bajos, de manera que fácilmente se las puede catalogar como plagas potenciales, en algunos casos como ocasionales y, solo una plaga clave, constituida por el complejo Hippelates - Apallates (Díptera: Chloropidae), para una pequeña área geográfica, localizada entre los Departamentos de Boyacá y Cundinamarca.

INSECTOS REGISTRADOS EN ARVEJA

Chisa

Ceraspis quadrimaculata (Blanchard) (Coleóptera: Scarabaeidae)

Trozadores

Agrotis ipsilon (Hufnagel) (Lepidóptera: Noctuidae)

Feltia sp.

* *Ing. Agr. M. Sc. Sección Entomología ICA, CNI Tibaitatá, A.A. 151123, Bogotá.*

Minadores de la raíz

Apallates viridiniger (Enderlein) (Díptera: Choloropidae).

Hippelates sp.

Masticador de la semilla

Hylemya sp. (Díptera: Anthomyiidae)

Insectos del follaje

Naupactus sp. (Coleóptera: Curculionidae-Brachyderinae)

Copitarsia consueta (Walker) (Lepidóptera: Noctuidae)

Peridroma sp. pos. saucia (Hübner) (Lepidóptera: Noctuidae)

Spodoptera sp. (Lepidóptera: Noctuidae)

Liriomyza huidobrensis Blanchard (Díptera: Agromyzidae)

Melanagromyza lini Spencer (Díptera: Agromyzidae)

Insectos de almacenamiento

Bruchus pisorum (L.) (Coleóptera: Bruchidae)

CONSIDERACIONES ECOLOGICAS

Para conocer las causas primarias de la presencia de plagas es fundamental conocer las interrelaciones que existen entre el insecto, la planta y los demás componentes del ecosistema. En términos generales, se considera que cuanto más complejo es un ecosistema, mayor es su estabilidad, de manera que las explosiones poblacionales de alguno de sus componentes son muy escasas y pueden presentarse por fenómenos climáticos no usuales.

En contraposición a lo anterior, el ecosistema agrícola, caracterizado por la dominancia artificial de la planta cultivada es muy simple y está sometido a frecuentes perturbaciones de diferente naturaleza. Estas características se reflejan en la reducción de la entomofauna, pudiendo las especies fitófagas incrementar sus poblaciones frente al déficit de enemigos naturales.

El clima, el agua, el suelo, las plantas, otras plagas, los enemigos naturales y las alteraciones producidas por prácticas culturales, rotación de cultivos y aplicación de insecticidas, son elementos que conforman el ambiente del insecto y de cuya manipulación dependerá la estabilidad de las poblaciones en el agroecosistema.

La utilización ecológicamente armónica y razonable de las labores culturales, técnicas de represión de plagas, asociación de especies vegetales y demás actividades

concernientes al establecimiento y desarrollo del cultivo, es el mejor método para mantener las poblaciones de insectos, reconocidos como plagas potenciales u ocasionales de la arveja, en niveles bajos. En estos casos, no es recomendable la aplicación de insecticidas, limitando su uso a situaciones graves en las cuales se requiere de su efecto rápido.

ESTRATEGIAS DE CONTROL

La implementación de un plan de control de plagas, dirigido especialmente a la reducción de los niveles de la población de los insectos plagas, requiere de diferentes métodos, los cuales, en el caso de la arveja, se pueden clasificar de la siguiente manera:

Control cultural

- Destrucción de residuos de cosecha. En el cultivo de la arveja, cuya cosecha se realiza en verde, quedan muchas pupas y larvas de M. lini, barrenador de los tallos. Inmediatamente después de la cosecha se debe proceder a la destrucción de los residuos del cultivo, lo cual incluye: extracción de toda la planta, amontonamiento y quema. Esta práctica también puede ayudar, parcialmente, a disminuir poblaciones del Complejo Hippelates - Apallates, minador de la raíz.
- Destrucción oportuna de malezas. Las malezas no solamente compiten por nutrientes, luz y agua del cultivo, sino que pueden favorecer el desarrollo de varias especies plagas; sin embargo, es muy importante tener en cuenta que la destrucción de malezas infestadas por plagas puede provocar su concentración en el cultivo. Este es el caso, particularmente evidente, en infestaciones de: Copitarsia consueta y Spodoptera sp. (Lepidóptera: Noctuidae) cuya presencia se intensifica después de prolongados períodos de sequía.
- Adecuada fertilización. Las plantas de arveja que crecen en suelos bien fertilizados son capaces de tolerar mejor los ataques de las plagas, tanto en el follaje como en la raíz. El vigor de la planta, la rápida formación de diferentes órganos, el desarrollo de un buen sistema radicular, son factores que permiten minimizar el daño de las plagas. Esto es más evidente en el caso de los minadores de la raíz y comedores del follaje.
- Epocas fijas de siembra. Las siembras escalonadas han contribuido al incremento de insectos plagas como Melanagromyza lini, Liriomyza huidobrensis y minadores del Complejo Hippelates - Apallates. Por eso, es conveniente definir bien las épocas de siembra, reducir la longitud de este período y evitar al máximo la siembra secuencial de arveja.

- Asociación de cultivos. En las zonas donde existe este tipo de arreglos de explotación agrícola es conveniente recordar que en la asociación no se debe incluir haba, puesto que también es huésped de M. lini y de L. huidobrensis con lo cual se puede favorecer el incremento poblacional de estas especies insectiles.
- Rotación de cultivos: Con la rotación se pretende establecer cultivos diferentes en campañas agrícolas sucesivas de manera que no sean atacados por las mismas plagas. Cada cultivo constituye un subsistema del sistema de producción, por lo cual debe mantener la armonía ecológica de la finca, sin olvidar los aspectos agronómicos y económicos de los cultivos.
- Drenajes. En suelos húmedos y ricos en materia orgánica se presenta con más frecuencia el gusano de las semillas Hylemia sp. El control de la humedad del suelo, previo a la siembra, contribuye a disminuir el riesgo por ataque de esta plaga.

CONTROL QUIMICO

La utilización de insecticidas solo se recomienda para aquellos casos y aquellas zonas donde realmente se justifica su aplicación, de acuerdo con la dosis y observaciones del siguiente cuadro.

PLAGAS	CONTROL kg de i.a./ha	OBSERVACIONES
TROZADORES <u>Agrotis ipsilon</u> <u>Feltia</u> sp. <u>Copitarsia consueta</u>	Revise su cultivo buscando las parcelas y aplique: CEBOS: 50 kg/ha	Cebos: 2,0 kg i.a. canfecloro ó 0,5 kg i.a. tricolorfon ó 0,5 kg i.a. carbaryl 50 kg de aserrín fino, tusa molida Adicione 12 lt de agua, como atrayente se puede adicionar 15 lt de melaza Utilice cebos recién preparados y aplíquelos en las últimas horas de la tarde.
MINADOR DEL TALLO <u>Melanagromyza lini</u>	En áreas donde el minador es problema aplique en la siembra, junto a la semilla:	Se requiere suelo húmedo para facilitar el desprendimiento del material activo.

PLAGAS	CONTROL kg i.a./ha	OBSERVACIONES
	Carbofurán G 1,0 Disulfoton G 1,0 Fenthion E 0,25 Dimetoato E 0,2	Al follaje. No se aplique durante floración.
GUSANO DE LAS SEMILLAS		
<u>Hylemya</u> sp.	Antes de la prohibición de su uso en Colombia, se recomendaba tratamiento de la semilla con: Aldrin PM 15 g i.a/100 Dieldrin P kg de semilla A la germinación: Diazinon G.E. 0,3-0,6	No use la semilla como alimento. Aplique al suelo a la base de las plantas con bastante agua.
MUQUE DE LA PAPA		
<u>Copitarsia consueta</u>	Metomyl PS 0,20 Azinfosmetil 0,3-0,6	

CONTROL BIOLÓGICO NATURAL

HUESPED	AGENTE BENEFICO	LOCALIDAD
<u>Agrotis ipsilon</u> (Hufnagel)	DIPTERA:TACHINIDAE Archytas sp. Eucelatoria armigera Coquillet Gonia sp. Incamiya sp. cerca cuzcensis Townsend	Sabana de Bogotá Sabana de Bogota Sabana de Bogotá Sabana de Bogotá Pasto
	HYMENOPTERA:BRACONIDAE Apanteles sp. Meteorus sp.	
<u>Spodoptera</u> sp.	DIPTERA:TACHINIDAE Incamiya sp Winthemia sp.	Pasto Pasto
	DIPTERA:SARCOPHAGIDAE Ravinia sp.	Pasto

HUESPED	AGENTE BENEFICO	LOCALIDAD
<u>Liriomyza huidobrensis</u> (Blanchard)	HYMENOPTERA:BRACONIDAE	
	Oenonogastra sp.	Chipaque (Cund.)
	Opius sp.	La Unión (N.)
		Urabita (Boy.) ;
		Tibaná (Boy.)
<u>Melanagromyza lini</u> Spencer	HYMENOPTERA:EULOPHIDAE	
	Euparacrias sp.	Chipaque (Cund.)
	Euparacrias phytomyzae (Brethes)	Mosquera (Cund.)
	Diglyphus sp.	Pasto (N.)
		Zipacón (Cund.)
	HYMENOPTERA:BRACONIDAE	
	Bracon sp.	Pasto (N.)
	HYMENOPTERA:EULOPHIDAE	
	Euparacrias phytomyzae (Brethes)	Pasto (N.)
	HYMENOPTERA:PTEROMALIDAE	
	Syntomopus americanus	Pasto (N.) Pradera (V.)

En conclusión, el cultivo de la arveja no tiene muchos insectos plagas; a excepción del Complejo Hippellates - Appalates, las demás son plagas ocasionales o potenciales, las cuales, a su vez, tienen un buen control biológico natural. La minimización en el uso de insecticidas puede contribuir en el incremento de la entomofauna benéfica y, por ende, en la reducción de los costos de producción, en el mejoramiento ambiental y en el mantenimiento del equilibrio biológico natural.

BIBLIOGRAFIA

1. ICA. Programa de Entomología. Guía para el control de plagas. Manual de Asistencia Técnica N° 1. 4ª ed. Bogotá, ICA, 401 p.
2. POSADA, L. 1986. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. 4ª ed., Bogotá, ICA (Bol. Técnico N° 43) (en prensa).
3. POSADA, L. y GARCIA, F. Lista de predadores, parásitos y patógenos de insectos registrados en Colombia. Bogotá, ICA, Bol.Téc. N° 41, 90 p.
4. ZENNER DE POLANIA, I. 1986. Guía general de manejo de plagas en el cultivo de la papa. Bogotá, ICA, 36 p.

ESTUDIO Y CONTROL DE LAS ENFERMEDADES DE LA ARVEJA EN COLOMBIA

Jorge Velandia *

En Colombia, la arveja es un cultivo de minifundio localizado en zonas de laderas comprendidas entre los 2200 y 2700 msnm con una temperatura promedio de 17 a 12°C, respectivamente. En los últimos 7 años, el área de siembra se ha reducido en un 56% y el rendimiento se ha duplicado (Cuadro 1). El 80% de la arveja se produce en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá y le siguen en orden de importancia, Nariño y los Santanderes. La demanda nacional es un poco más de 46.100 t/año. La producción abastece el 53% del consumo nacional, el otro 47% es suplido con importaciones hechas de los Estados Unidos Americanos, principalmente.

Dependiendo de las zonas dedicadas a este cultivo, es costumbre entre los agricultores sembrar la arveja al voleo, en surcos con o sin el establecimiento de espalderas en el cultivo, en asocio con papa e intercalada con otros cultivos. Del total del área cultivada, el 70% corresponde a las siembras por voleo (Cuadro 2).

Cuadro 1. Área de siembra y volúmenes de producción e importación de arveja en Colombia. 1980 - 1986.

Año	Área de siembra (x 1000 ha)	Producción (x 1000 t)	Rendimiento kg/ha	Importación (x 1000 t)
1980	52.0	26.6	500	22.1
1981	51.4	25.7	500	24.1
1982	51.7	24.8	480	27.0
1983	51.0	25.5	500	37.9
1984	37.5	26.6	710	7.2
1985	27.0	26.6	988	18.8
1986	22.3	27.9	1252	17.5

* Ing. Agr., M.Sc. Programa de Fitopatología. CNI-Tibaitatá. ICA. A.A. 151123. Bogotá, Colombia.

Cuadro 2. Estimación del área sembrada de arveja por los diferentes sistemas en Colombia.

Sistemas de cultivo		Area sembrada (%)
Monocultivo	Voleo	70
	Surcos	5
	Surcos + Tutorado	10
Asocio	Papa/arveja	10
	Otros	5

Con este sistema, se estima un rendimiento en fresco de más de 1500 kg/ha. Con las siembras en surco y con el empleo de espalderas, los rendimientos son de más de 5000 kg/ha.

La densidad de siembra es de 60-70 kg/ha en monocultivo y de 15-20 kg/ha en asocio con papa. Más del 90% del área sembrada se hace con variedades regionales como la Guatecana, Don Matías y Blanca, entre otras. Las variedades mejoradas ICA-Teusacá e ICA-Bojacá no son ampliamente utilizadas por los agricultores, posiblemente debido a dificultades en la consecución de semilla.

En el rendimiento pueden influir diferentes factores edafológicos como son la textura y niveles de fertilidad del suelo; climáticos, como es el caso de períodos prolongados de verano y de lluvias durante el ciclo del cultivo; bióticos, debido a malezas, plagas y enfermedades. Entre estos factores bióticos, son de gran importancia la incidencia de enfermedades causadas por hongos, nematodos, virus y bacterias.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

Amarillamiento de la arveja

Distribución

El amarillamiento de la arveja se debe a la pudrición de raíces causadas por el hongo Fusarium oxysporum f. sp. pisi. Esta es la enfermedad de mayor importancia económica en el cultivo y se encuentra en las diferentes áreas de producción de arveja en el país, con una mayor incidencia en aquellas zonas que por tradición han sido cultivadoras de arveja en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Santander del Sur.

Control

Por el momento, no se dispone de variedades de arveja con resistencia a F. oxysporum f. sp. pisi. De 100 colecciones de arveja evaluadas por su comportamiento a este patógeno en invernadero y campo se encontró el menor índice de pudrición de raíces en las colecciones de Cundinamarca 1-5M, Cundinamarca 1-12-M-M-M, Cundinamarca 1-17-M-M-M, Cundinamarca 5, Boyacá 10, Nariño 7, Nariño 13 y Santander 1, las cuales fueron seleccionadas por su mayor tolerancia.

En el control cultural, se está recomendando la selección de semillas por tamaño. En el Cuadro 3, se puede apreciar un mejor porcentaje de germinación, número de plantas cosechadas y rendimiento con la siembra de semillas grandes (7,1 mm de diámetro) que con semillas pequeñas (5,5 mm de diámetro).

La semilla de arveja seleccionada para la siembra se debe tratar con alguno de estos siguientes fungicidas: Benomyl (1 g/kg de semilla), Captan (2 g/kg), Carboxin + Captan (1 g/kg) o con Thiram (1 g/kg).

Cuadro 3. Influencia del tamaño de semilla de la arveja Guatecana en el control de F. oxysporum f. sp. pisi, en Colombia.

Tamaño de semillas (mm)	Germinación (%)	Plantas amarillas a los 60 días (%)	Nº plantas cosechadas	Rendimiento (t/ha)
7,1	78,3 a*	6,2 a	46,9 a	4,9 a
5,5	65,7 b	9,7 a	38,6 b	3,0 b

* Letras iguales indican que las diferencias no fueron significativas.

Tizón de la arveja

Esta es una de las principales enfermedades foliares de la arveja, causada por diferentes especies del hongo Ascochyta (A. pisi, A. pinodes y A. pinodella). La enfermedad está presente en todos los sitios donde se cultiva arveja. Si la variedad cultivada es susceptible cuando las lluvias son frecuentes y no se hace control de la enfermedad, el rendimiento en grano seco es reducido en más de un 30%.

Control

Los trabajos de control genético de Ascochyta sp. se están iniciando con la identificación de colecciones de arveja que poseen algún grado de tolerancia y de resistencia. En pruebas de campo y con base en el porcentaje de área foliar afectada, las colecciones

Suecia 14 e ICA Teusacá fueron seleccionadas por su tolerancia. Estos materiales junto con Antioquia 2, Regional Don Matías, Meta 4, Nariño 9, Nariño 14, Amoka y Francia 15 (Nyzar) fueron seleccionadas por resistencia a Colletotrichum pisi.

La semilla es uno de los principales medios de transmisión y diseminación de Ascochyta spp. En un estudio de patología en semillas de arveja, se encontró que Ascochyta spp, Alternaria spp, Fusarium sp. y Rhizoctonia sp. entre otros, se transmitían en 21, 26, 12 y 3% respectivamente. A excepción de Rhizoctonia sp, el mayor porcentaje de transmisión de estos hongos se presentó con semillas de 5,5 mm de diámetro que con semillas de 7,1 mm (Cuadro 4).

Cuadro 4. Influencia de tres tamaños de semilla de arveja Guatecana en la transmisión de hongos. Colombia.

Tamaños de semilla	Porcentaje de semillas infectadas por diferentes géneros de hongos				
	Ascochyta spp	Alternaria sp	Fusarium sp	Rhizoctonia sp	Otros
5,5	15,5	12,0	6,0	0,4	5,1
6,3	3,0	7,3	3,8	2,1	12,1
7,1	3,0	6,8	2,1	1,2	16,2
Total	21,5	26,1	11,9	3,7	33,4

En el control químico de Ascochyta, se encontró que aplicaciones quincenales de Propineb (3 g/l), Clorotalonil (2,5 ml/l), TBZ (1 ml/l) y Benomyl (0,5 g/l), influyeron significativamente en el control de la enfermedad. Con estos fungicidas, se obtuvo un rendimiento en grano seco de 60, 62, 71 y 82 por ciento, respectivamente, más que el testigo. Con base en estos resultados, se recomienda iniciar el control de Ascochyta spp con fungicidas protectantes y si la enfermedad se torna severa, entonces, aplicar Benomyl en rotación con estos fungicidas. No es aconsejable hacer aplicaciones seguidas de Benomyl porque este es un fungicida sistémico que puede inducir resistencia en las poblaciones de Ascochyta spp, lo cual haría más costoso su control.

Fuera de estas enfermedades fungosas, también se han registrado otras como dampingoff (Rhizoctonia sp), antracnosis (Colletotrichum pisi), mildew veloso (Peronospora pisi), Cenicilla (Oidium erysiphoides) y el moho gris (Botrytis, sp), con las cuales no se están realizando trabajos de patología, pues son de importancia secundaria y, ocasionalmente, pueden presentarse epifitias a nivel local.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS

Atacando raíces de arveja se han encontrado nematodos de los géneros Meloidogyne sp y Pratylenchus sp, principalmente. El ataque de Meloidogyne sp en arveja se ha observado en lotes que se tenían cultivados con tomate de árbol o con pepino cohombro que son hospedantes de este nematodo. En el momento, se desconoce la importancia económica de los nematodos en este cultivo.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

En algunos cultivos de arveja se han observado pocas plantas con síntomas de mosaico, posiblemente causado por algún virus que bajo condiciones de invernadero se ha demostrado su transmisión mecánica.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS

Aparentemente, los cultivos de arveja en Colombia se encuentran libres de enfermedades causadas por este grupo de patógenos.

BIBLIOGRAFIA

1. BEDI, P.S. and KAPUR, K.S. 1974. *Mycoflora of pea and its associative effect in the crop. Review of Plant Pathology (Inglaterra)*. V. 55, N° 1, p. 81.
2. BUXTON, E.W. 1955. *Fusarium disease of pea. Transaction British Mycological Society (Inglaterra)*. V. 38, N° 4, p. 309-316.
3. DOLING, D.A. 1963. *Effect of root damage on development of Fusarium wilt in peas. Transaction British Mycological Society (Inglaterra)*. V. 46, N° 4, p. 577-584.
4. FUSCHS, A., HOMAN, A.L. and DEVRIES, I.W. 1970. *Systemic activity of benomyl against Fusarium wilt of pea and tomato plant. Sonder druck and Phytopathologisch Zeitschrift (Alemania)*. V. 69, N° 4, p. 330-343.
5. HAGERDON, D.J. 1952. *Experiment with pea seed protectants in Wisconsin. Phytopathology (Estados Unidos)*. V. 42, N° 1, p. 10.
6. HARPER, F.R. 1964. *Control of root disease in peas by seed treatment in Southern Alberta. Canadian Journal of Plant Science*. V. 44, N° 1, p. 531-537.

7. JONES, L.K. 1927. *Studies on the nature and control of blight, leaf and pot spot, and foot rot of peas caused by species of Ascochyta*. New York, State Agriculture Experimental Station. Bulletin Nº 547, 46 p.
8. KING, T.N. et al. 1967. *Development of lines for Pisum sativum resistance to Fusarium root and wilt*. American Society Horticulture Science (Estados Unidos). V. 75, Nº 3, p. 510-516.
9. LINFORD, M.B. 1928. *A Fusarium wilt of pea in Wisconsin*. Wisconsin University. Experimental Station Research Bulletin. Nº 85.
10. SADAVISAN, T.S. 1966. *Effect of mineral nutrition on soil microorganism and plant disease*. En: Baker, K.F., Snyder, S.S. *Ecology of soil-borne plant pathogens*. Berkeley, University of California, p. 440-469.
11. VELANDIA, M.J. 1981. *Estudio de las pudriciones radicales de la arveja (Pisum sativum L.) en Cundinamarca y Boyacá*. Bogotá, UN-ICA. Tesis M.Sci., p.100.
12. VELANDIA, M.J. 1982. *Influencia de tres tamaños de semilla de arveja (Pisum sativum L.) en la transmisión de hongos*. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología, 5th y Reunión Anual Sociedad Americana de Fitopatología División Caribe 22th, Cali, Colombia, 12-17 julio. Cali, CIAT, p. 14.
13. WALKER, J.C. 1939. *Effect of moisture, fertility and fertilizer placement on root rot of canning peas in Wisconsin*. *Journal of Agricultural Research* (Estados Unidos). V. 59, Nº 8, p. 579-590.
14. YOSHII, K. 1975. *Tratamiento de semilla de arveja con benomyl para el control de Mycosphaerella pinodes*. *Fitopatología* (Colombia), V. 10, Nº 1, p. 41-44.

RECURSOS GENETICOS DE GARBANZO

R. S. Malhotra *

Los recursos genéticos de los cultivos han sido usados desde que el hombre cultivó plantas por primera vez, pero su importancia no fue identificada hasta que Vavilov en 1926 descubrió una amplia variación entre plantas de la misma especie. Más tarde, con la expansión de los programas de mejoramiento, los fitomejoradores se dieron cuenta de que el éxito dependía grandemente de la disponibilidad de una amplia diversidad genética.

Los recursos genéticos de garbanzo incluyen los ecotipos primitivos o cultivares, grupos genéticos o de mutantes de las especies cultivadas (Cicer arietinum) y las especies silvestres del género Cicer. Los ecotipos son raramente homogéneos y están compuestos de mezclas de tipos homocigóticos.

Aún cuando en algunos países han sido liberados algunos cultivares mejorados para su cultivo, la mayoría del área cultivada está todavía plantada con ecotipos. De esta forma, la erosión genética de los ecotipos, debido a su reemplazo con cultivares mejorados, no ha sido muy seria a la fecha. Sin embargo, otros factores están causando erosión genética. Por ejemplo, durante 1968/69 y en 1978/79 en la Provincia del Punjab, India y también en Paquistán, la enfermedad Ascoquita se desarrolló en forma epifítica destruyendo los cultivos de garbanzo. Similarmente, las pérdidas causadas por la sequía en Etiopía a mediados de la década de 1970, redujo el cultivo del garbanzo a la mitad. También, en España, los bajos retornos económicos del cultivo del garbanzo redujo su cultivo drásticamente. Estos hechos indican que la erosión genética de los ecotipos está ocurriendo continuamente.

Aún cuando se conoce poco acerca de la erosión genética en las especies silvestres de Cicer, la mayoría de estas se localizan en pequeñas áreas aisladas y las probabilidades

* Científico a cargo de Ensayos Internacionales. Programa de Mejoramiento de Leguminosas de Grano. ICARDA, Casilla 5466, Aleppo, Siria.

son altas para que su número y distribución sea reducido por efectos de producciones intensivas de otros cultivos y cambios en el uso de la tierra.

Los aspectos básicos de recursos genéticos se mencionan en muchas publicaciones (Frankel y Bennet, 1970; Frankel y Hawkes, 1975; Harlan, 1975). Este artículo se concentra en la colección, mantenimiento, evaluación y utilización de los recursos genéticos de garbanzo (ver, Witcombe y Erskine, 1984).

Colección

La especie Cicer arietinum no se conoce en estado silvestre, pero en algunas regiones se le encuentra como un escape. Vavilov (1926) reconoció cinco centros de origen (ahora centros de diversidad) para el garbanzo cultivado que son: El Mediterráneo, Asia Central, Cercano Oriente, India (Hindustan) y un centro secundario en Etiopía. Reportes recientes de van der Maesen (1972) y Ladizinsky y Adler (1976a) indican que la región adyacente a Turquía, a Afganistán y Rusia es el lugar de origen del garbanzo, consecuentemente, una muy alta variabilidad genética debe encontrarse ahí.

Popov (1929) identificó tres grandes áreas geográficas donde el Cicer estuvo ampliamente distribuido: el área occidental donde el material se distribuye en secciones (Moroco, Etiopía, Creta y Grecia); el área más compacta de Asia Menor-Persia (Turquía, Irán, Iraq, Siria y el Cáucaso); y, el área compacta del Este (Asia Central, Himalaya y Afganistán). Más aún, alrededor del 85% de la producción mundial de garbanzo viene de la India. Como toda esta área es cultivada todavía con ecotipos, se espera exista una amplia variabilidad genética.

La distribución de las especies silvestres de Cicer es mencionada en detalle por van der Maesen (1972, 1973, 1984). Además, las fechas óptimas para realizar colecciones son indicadas por van der Maesen y Pundir (1984).

Se han aislado varios mutantes de garbanzo con ramas fuertes erectas (Pundir y van der Maesen, 1977) con carpelos múltiples y vainas dobles (Pundir y van der Maesen, 1981) y mutantes con tallo grueso, flores abiertas y plantas arbustivas pequeñas (Dahiya et al., 1984). Estos mutantes ya han sido incluidos en los bancos de genes, lo cual ha aumentado la variabilidad dentro del género.

Desde principios del Siglo XX, varios viajes de colecciones han ayudado a reunir

un número grande de accesiones de germoplasma en centros nacionales e internacionales (Vavilov, 1926, en Rusia; Campos et al., 1961, en México; Budin y Shmaraev, 1971, en Perú; Broue et al., 1975, en Rusia; Gubanov et al., 1975, en Afganistán; Bezuneh, 1975, Toll, 1980, Pundir y Mengesha, 1983, en Etiopía; Anónimo, 1979a, en Bangladesh; Anónimo, 1980, Pundir, 1982 y Govil, 1983, en India; Ahmad et al., 1982, en Pakistán).

Aún cuando los Programas Nacionales en diferentes países han ayudado a recolectar recursos genéticos locales, la mayor colección de germoplasma fue hecha de 1966 a 1970 por el Programa Regional de Mejoramiento de Leguminosas (RPIP), que operó con la ayuda del USAID en India e Irán (USDA, 1969, 1971). Ellos concentraron el germoplasma que se encontraba en varias instituciones de la India e Irán y además hicieron colecciones en el campo. El RPIP recogió 7064 accesiones y distribuyó juegos de ellas en diferentes instituciones de India, la Universidad Agrícola de Karaj en Irán y un juego adicional de accesiones en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

El Programa de Desarrollo para la Agricultura de Zonas Áridas (ALAD) con su matriz en Beirut, Líbano y financiado por la Fundación Ford (E.U.A.) y el CIID de Canadá, reunió alrededor de 2.900 accesiones de garbanzo de 1972 a 1976.

Estos programas nacionales e internacionales reunieron un número grande de líneas de garbanzo. Sin embargo, el primer esfuerzo internacional más organizado y completo para coleccionar los recursos genéticos de garbanzo en el mundo, fue hecho cuando se estableció el ICRISAT en India en 1972. En 1973/74 se concentraron alrededor de 7.550 accesiones provenientes de científicos indúes y 1.249 accesiones provenientes de ALAD. Se descartaron las accesiones duplicadas y se registraron 5.958 líneas de 31 países, procediendo la mayor parte de India, Irán, Turquía, México, Estados Unidos, República Árabe Unida y España (ICRISAT, 1974). El esfuerzo de reunir colecciones continuó en ICRISAT y para 1978 se contaba con un total de 11.198 accesiones (ICRISAT, 1978). Se obtuvieron también ocho especies silvestres de Cicer.

En 1978, el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR) designó al ICRISAT como el principal depositario de germoplasma de garbanzo a nivel mundial y posteriormente se estableció una Unidad de Recursos Genéticos en este Centro en 1979. Durante los últimos 12 años, los científicos del ICRISAT, en colaboración con científicos nacionales, condujeron solo 14 exploraciones en India, además de otras 14 exploraciones en Afganistán, Turquía, Grecia, Burma, Etiopía, Pakistán y Bangladesh, lo cual ha adicionado nuevas accesiones al banco de genes. Especies silvestres de Cicer, anuales

y perennes, se coleccionaron durante las exploraciones en Turquía y Afganistán. Al presente, el ICRISAT mantiene una colección de 14.360 accesiones de Cicer arietinum L. y 14 accesiones de ocho especies silvestres anuales y seis perennes.

Con el establecimiento de ICARDA en 1977, se inició un programa colaborativo en garbanzo tipo kabuli entre ICRISAT e ICARDA. Desde entonces, el germoplasma de garbanzo kabuli ha sido mantenido en el ICARDA. Los científicos del ICARDA han explorado y coleccionado garbanzos "kabuli" en Chipre, Turquía y Pakistán, haciendo un total de 5926 accesiones reunidas en el ICARDA. Se mantienen también 24 accesiones de nueve especies silvestres de Cicer.

Un reporte resumido de la colección de garbanzo de ICARDA por países de origen, fue hecho por Singh y Malhotra (1984a). La colección de garbanzos en el ICRISAT es más grande y contiene muchas de las accesiones de ICARDA. Cerca del 40% de las accesiones del ICRISAT provienen de la India. Esta distribución por países de origen puede ser comparada con principales áreas de producción de garbanzo para identificar zonas donde se puedan hacer futuras colecciones.

Además de los dos centros internacionales mencionados (ICRISAT e ICARDA), muchos institutos nacionales en diferentes partes del mundo han ayudado a reunir y mantener los recursos genéticos del garbanzo. Algunos de los países que han contribuido a la colección mundial de recursos genéticos de garbanzo en el ICRISAT e ICARDA se muestran en el Cuadro 1.

A la fecha, los bancos de genes del ICRISAT e ICARDA tienen solamente 54 y 24 accesiones de 14 y 9 especies silvestres, respectivamente (Cuadro 2). Este número es extremadamente bajo.

Aún cuando las especies silvestres no están bajo el mismo grado de erosión genética como lo están los ecotipos, sus poblaciones pueden ser fácilmente eliminadas por producciones superintensivas de cultivos, la erosión del suelo y el avance de la desertificación, lo cual ocurre en forma inapreciable. Estos peligros son severos en las regiones donde se encuentran distribuidas las especies silvestres.

La distribución de estas especies silvestres es tabulada por van der Maesen (1984). Se deben coleccionar más muestras de Turquía, Rusia, la Región del Himalaya, Irán y Afganistán. La colección y concentración de estas especies se facilitarían grandemente, si

Cuadro 1. Centros importantes de recursos genéticos que mantienen colecciones de garbanzo.

Darul Amman Agricultural Research Station, Kabul, Afghanistan.

Agricultural Research Institute, Addis Abada, Ethiopia.

Zentralinstitute fur Genetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben, German Democratic Republic.

Cereal Institute, Thessaloniki, Greece.

Punjab Agricultural University, Luthiana, India.

Haryana Agricultural University, Hissar, India.

G.B. Pant University of Agriculture and Technology, Pantnagar, India.

Chandar Shekhar Azad University of Agriculture and Technology, Kanpur, India.

National Bureau of Plant Genetic Resources, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.

ICRISAT, Patancheru, India.

Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.

Istituto di Agronomia, Bari, Italy.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Mexico City, Mexico.

Foundation of Agricultural Plant Breeding, Institute De Haaf, Wageningen, The Netherlands.

Pakistan Agricultural Research Council, Islamabad, Pakistan.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid, España.

ICARDA, Aleppo, Syria.

Aegean Agricultural Research Institute, Menemen, Turkey.

Regional Plant Introduction Station, Pullman, WA, USA.

N.I. Vavilov All-Union Institute of Plant Industry (VIR), Leningrad, USSR.

Cuadro 2. Colección de especies silvestres de Cicer en ICRISAT e ICARDA.

Especies	Nº de accesiones		Origen
	ICRISAT (1)	ICARDA (2)	
ANUALES			
<u>C. reticulatum</u>	4	1	Turquía
<u>C. echinospermum</u>	4	-	Turquía
<u>C. bijugum</u>	5	2	Turquía
<u>C. pinnatifidum</u>	6	5	Turquía
<u>C. judaicum</u>	4	3	Líbano
<u>C. cuneatum</u>	1	-	Etiopía
<u>C. yamashitae</u>	3	1	Afganistán
<u>C. chorassanicum</u>	3	3	Afganistán
PERENNES			
<u>C. montbretti</u>	2	2	Turquía
<u>C. anatolicum</u>	3	1	Turquía
<u>C. pungens</u>	9	6	Afganistán
<u>C. rechingeri</u>	1	-	Afganistán
<u>C. microphyllum</u>	8	-	India
<u>C. floribundum</u>	1	-	Turquía
	54	24	

(1) Hasta agosto de 1985

(2) Hasta octubre de 1985

los científicos de los programas nacionales pudiesen hacer recolecciones en sus propios países.

Mantenimiento

Como los recursos genéticos de los cultivos son una herencia de la raza humana, estos deben estar disponibles para todas las naciones. El IBPGR tiene como responsabilidad primaria la de crear conciencia entre las naciones de la necesidad de los bancos genéticos y el intercambio libre de estos recursos para beneficio común. Una vez que las colecciones se han hecho, estas deben ser mantenidas adecuadamente para su uso futuro.

El sistema más común de mantener colecciones de garbanzo en la actualidad es almacenándolos a baja temperatura y baja humedad. Los tres tipos de almacenamiento más comunes son a corto, mediano y largo plazo (Cromarty et al., 1982). Estudios preliminares del ICRISAT (1978) indicaron que los frascos de plástico son excelentes recipientes para almacenar las colecciones de garbanzo.

Muchos centros tienen facilidades para hacer un almacenamiento a mediano y a largo plazo. Los centros internacionales como el ICRISAT no mantienen un duplicado de su germoplasma de garbanzo en otro banco. Por esta razón, es necesario identificar más de un banco para poder almacenar a largo plazo duplicados del germoplasma mundial de garbanzo y así evitar cualquier riesgo de pérdida total.

Evaluación

La evaluación botánica y agronómica de cada accesión de germoplasma es indispensable para su buen uso en los programas de mejoramiento del cultivo. Para facilitar el intercambio de estas características, se han elaborado descriptores de garbanzo, los cuales han sido publicados conjuntamente por ICRISAT, ICARDA y el IBPGR (1985).

La lista de descriptores de garbanzo incluye tres componentes principales que son: los "datos de pasaporte" de las accesiones, su "caracterización" (basado en caracteres altamente heredables, y su "evaluación primaria" de un número limitado de caracteres adicionales. Ejemplos de los descriptores que se usan en garbanzo son señalados por Singh y Malhotra (1984a). Es muy importante que en esta caracterización y evaluación primaria se indiquen la persona a cargo, la localidad, el país, principales datos agroclimatológicos y la fecha de siembra. Esto permitirá que se pueda hacer una más eficiente interpretación

de los datos por parte de otros investigadores.

Evaluación de especies cultivadas

La evaluación de germoplasma de garbanzo por algunos caracteres, ha sido hecho de tiempo en tiempo por muchos científicos: (Bushkova, 1960; Aziz y Kainth, 1960; Campos et al., 1961; Chandra, 1960, 1968; Bhardwaj y Singh, 1970; Balashov, 1971; Enken, 1971; Grewal et al., 1972; Anónimo, 1974, 1979b; Albert et al., 1975; Bezuneh, 1975; Ganeva, 1975; Ganeva y Matsov, 1977; Glushenkova, 1977; Halimie y Zafar, 1977a, 1977b; Moreno y Cubero, 1978; Chhabra y Kooner, 1980; Govil et al., 1981; Govil, 1981; Kumar et al., 1984; Singh et al., 1983; Pundir et al., 1985; Singh et al., 1981a, 1981b; Gurha et al., 1982; Hasan, 1983; Reddy and Singh, 1984). La mayoría de estos científicos han reportado un amplio rango de variabilidad para varios caracteres.

Moreno y Cubero (1978) indicaron la existencia de dos grupos complejos en el garbanzo cultivado, que son, macrosperma y microsperma. Como estos grupos taxonómicos difieren en un complejo de caracteres asociados con la semilla, morfología de la vaina y de la hoja y en su distribución geográfica, no es posible establecer una base taxonómica para tratarlos como subespecies.

Estos dos grupos taxonómicos son generalmente clasificados (Singh et al., 1985) como "desi" (semilla pequeña, con coloración, forma angular y con fibra) y el tipo "kabuli" (semilla grande de color crema claro, forma de cabeza de cordero y con un menor contenido de fibra). Kumar et al. (1984) estudió 329 colectas de seis diferentes regiones geográficas (grupos), usando 13 caracteres agronómicos. Este investigador encontró que las colectas de Rusia difieren significativamente (comparando las medias de los grupos) de las colectas de la India, el Medio Este y Africa del Norte. El autor concluyó que la especificidad de adaptación a ciertas regiones era responsable del contraste que existe entre los caracteres de garbanzo en las diferentes regiones geográficas. Recientemente se hicieron evaluaciones más completas entre las colecciones de garbanzo "kabuli" que existen en el ICRISAT y en el ICARDA.

En el ICRISAT fueron conducidas evaluaciones (después de la época lluviosa) durante 1974/75, (ICRISAT. Reportes Anuales 1975-83). Se hicieron observaciones en 25 caracteres botánicos, agronómicos y de contenido de proteína de la semilla (Pundir et al., 1985). El color de la testa de la semilla varió de café (27%), crema claro (17%), amarillo (12%), negro (11%), café-amarillento (10%) y café claro (10%). El color rosado de la flor fue

el predominante (71%), seguido por blanco (19%) y rosado claro (9%), mientras que el azul y el rosado oscuro fueron raros.

Cerca del 67% de las accesiones del germoplasma de garbanzo tenían bajo contenido de antocianina y este compuesto estuvo ausente en cerca del 32% de las accesiones. Unas pocas tenían un contenido alto de antocianina. Los tres tipos de tamaño de semilla observados fueron: angular (el más frecuente, 78%); seguido por el de cabeza de cordero (16%) y forma de arveja (6%). El hábito de crecimiento en todo el germoplasma pudo ser agrupado en dos tipos: semierectos (58%) y semirastreros (41%). Los hábitos completamente erectos y rastreros estuvieron presentes en menor porcentaje.

En forma semejante a la anterior, una evaluación de más de 3300 accesiones de garbanzo "kabuli" para 29 descriptores, fue hecha en el ICARDA (Singh et al., 1983). También se observó un amplio rango de variación genética para la mayoría de los caracteres y las conclusiones de los autores fueron las siguientes:

- Las líneas de garbanzo provenientes de Chile tenían un alto número de ramas primarias y secundarias, follaje abundante, alto índice de cosecha y alto contenido de proteína.
- Las líneas de Rusia tenían la mejor resistencia a Ascoquita y a las heladas. Muchas tuvieron plantas altas, erectas y de floración tardía.
- Las líneas de España se caracterizaron por tener pocas vainas por planta, un alto peso de 100 semillas, un alto rendimiento biológico de la proteína y un bajo índice de cosecha.
- Las líneas de Egipto tuvieron un período largo de floración.
- Las líneas de India y Paquistán tuvieron buena resistencia a bajas temperaturas.

Evaluación de especies silvestres

Pocos estudios se han realizado sobre las especies silvestres de Cicer. Las especies silvestres anuales se adaptan muy poco a las localidades de ICARDA e ICRISAT donde la mayoría de ellos se mantienen y las especies perennes son aún más difíciles de multiplicar. Por ejemplo, C. montbretii no produjo semilla en Ankara, Turquía, porque es nativa de la Región de Aegean y también se adaptó muy poco en la Meseta Anatoliana.

Los resultados de una evaluación preliminar de algunas especies silvestres de Cicer, se presentan en el Cuadro 3. Se han reportado resultados variables respecto a la resistencia a Ascoquita en C. reticulatum (Singh et al., 1981a). Esto se puede deber a la variación genética existente entre líneas, sugiriendo que estas especies silvestres deben estar representadas en la colección por numerosas accesiones.

Se dispone de pocos reportes con respecto a la hibridación interespecífica dentro del género Cicer spp. Mercy y Kabar (1975) usaron métodos convencionales y también especiales para cruzar C. arietinum y C. songaricum, pero no tuvieron éxito. Ellos postularon que existen sustancias inhibitoras en los tejidos del estigma y del estilo en la flor. Pundir y van der Maesen (1938), cruzaron C. arietinum con C. cuneatum, C. reticulatum, C. pinnatifidum, C. bijugum, C. chorossanicum y con C. judaicum. Se tuvo éxito solamente con el cruzamiento entre C. reticulatum y C. arietinum. En los cruzamientos entre algunas especies silvestres se obtuvieron algunas semillas como: C. judaicum x C. pinnatifidum, C. judaicum x C. bijugum y C. pinnatifidum x C. bijugum, pero los híbridos F1 fueron parcialmente estériles. También el cruzamiento entre C. judaicum x C. cuneatum produjo semillas, pero los híbridos fueron completamente estériles.

Ladizinsky y Adler (1976a, b) obtuvieron plantas F1 completamente fértiles de C. arietinum x C. reticulatum. Ellos concluyeron que C. reticulatum era posiblemente el progenitor silvestre de C. arietinum.

Localidades específicas para seleccionar por resistencia

En garbanzo, son muy importantes las enfermedades Ascoquita, marchitamiento, pudrición de la raíz, virus del enrollamiento de la hoja de arveja, Botrytis y Colletotrichum; los insectos tales como barrenador de la vaina y minador de la hoja y otros problemas ambientales como sequía, baja temperatura, salinidad del suelo, sensibilidad al fotoperíodo y adaptación a siembras tempranas o tardías. Para probar la resistencia a estos problemas, las accesiones de garbanzo deben ser estudiadas en sitios bien específicos. Entre estos sitios, el de Tel Hadya en ICARDA, ha sido usado para elevar resistencia a Ascoquita. De igual manera, la resistencia al marchitamiento, pudrición de raíz y la tolerancia al barrenador de la vaina han sido evaluados en la localidad de Patancheru, ICRISAT.

Recientemente, otros sitios de prueba se han identificado como Tunisia en Africa del Norte para resistencia a pudriciones de raíz y Marchitez por Fusarium. En California

Cuadro 3. Algunas características de especies silvestres de Cicer.

Especies	Características	Reporte
ANUALES		
<i>C. bijugum</i>	Tolerancia a Ascoquita, 9 g/100 semillas; a- ceptable en la India	Singh et al. (1981a) van der Maesen y Pundir (1984)
<i>C. cuneatum</i>	Tolerancia a Ascoquita; buen vigor; 3 semillas /vaina	Singh et al. (1981a) Singh et al. (1981a)
<i>C. judaicum</i>	Resistente a Botrytis; Resistente a Ascoquita resistente a Fusarium	Singh et al. (1982a) Sandhu et al. (1980a,b) Singh et al. (1981a) Nene and Haware (1980)
<i>C. pinnatifidum</i>	Resistente a Ascoquita Resistente a Botrytis	Sandhu (1980a,b) Singh et al. (1981a) Singh et al. (1982a)
<i>C. reticulatum</i>	Resistente a Ascoquita	Reddy and Nene (1978) Singh et al. (1981a)
<i>C. yamashitae</i>	Tolerante a Ascoquita	Singh et al. (1981a)
PERENNES		
<i>C. anatolicum</i>	Resistente a Ascoquita	Reddy and Nene (1978)
<i>C. microphyllum</i>	Tolerante al frío	van der Maesen and Pundir (1984)
<i>C. montbretii</i>	Resistente a Ascoquita	Sandhu (1980a,b) Singh et al. (1981a)

E.U.A. se está seleccionando para resistencia al virus del enanismo. La evaluación de 2.000 accesiones de germoplasma se inició en estas dos localidades en 1985/86, por científicos del ICARDA en cooperación con los científicos de programas nacionales.

Evaluación de germoplasma en más de una localidad

Es importante que la evaluación del germoplasma de garbanzo se haga en varias localidades. Los ecotipos de garbanzo crecen bien cerca de su área de origen, pero su comportamiento en otros lugares puede ser diferente. La evaluación de las accesiones en varias localidades ayudará a identificar genotipos con mayor adaptación. El ICRISAT ha evaluado un set de accesiones de germoplasma en dos ambientes completamente diferentes de la India. Estos son Patancheru, con una estación de invierno corta localizada a 17°N, y la localidad de Hissar, con una estación de invierno larga localizada a 29°N. Los resultados en estas dos localidades indicaron que las accesiones de maduración temprana no se adaptaron a las condiciones de un invierno largo en Hissar y viceversa.

Observaciones muy semejantes en la adaptación de garbanzo ocurrieron entre las localidades de la India y de la región del Mediterráneo. Es por esto que el germoplasma debe ser evaluado bajo diferentes condiciones agro-ecológicas para determinar una posible adaptación a nuevas áreas.

Documentación

La evaluación de los recursos genéticos es muy cara. Sin embargo, los recursos genéticos son de poco uso si no se conocen sus características y la información ha sido documentada. Es posible que el uso limitado de las colecciones de garbanzo en el pasado se haya debido al deficiente sistema de evaluación y documentación existente. Recientemente, la documentación de 13.000 accesiones de garbanzo evaluadas en el ICRISAT se encuentran en un banco de datos y están disponibles. También, los datos de pasaporte y evaluación primaria de 3.334 accesiones de garbanzo "kabuli" evaluadas en el ICARDA han sido publicadas en un catálogo de germoplasma de garbanzo (Singh et al., 1983) y también se encuentran en la computadora. Los científicos que trabajan con garbanzo, pueden usar estos documentos y seleccionar cualquier germoplasma para su trabajo.

Se cuenta con programas de computación para seleccionar subgrupos de accesiones que tengan caracteres específicos o combinación de caracteres. El ICRISAT y el ICARDA están usando este sistema para proporcionar este material a los programas nacionales.

Cada año estos centros envían muchas muestras de germoplasma de garbanzo a científicos en todo el mundo (Reportes Anuales del ICRISAT e ICARDA).

Utilización de los recursos genéticos de garbanzo

Las colecciones de germoplasma han sido frecuentemente utilizadas directamente como variedades e indirectamente como fuentes de resistencia a diferentes factores (Singh y Malhotra, 1984b). En algunos países como Australia, Sri Lanka, Filipinas y Belice, el garbanzo ha sido introducido como un cultivo nuevo. Después de su ciclo exitoso en Australia, algunas de las introducciones han sido liberadas para cultivo comercial. Hay muchos ejemplos en que el germoplasma de garbanzo se ha llegado a usar como variedades comerciales, como en el caso de Chafa, Annigeri y Jyoti en India; ILC 482 en Siria; ILC 3279 en Chipre; ILC 72 e ILC 200 en España; Giza 1 en Egipto; PB 7 en Pakistán; Amdoun en Tunisia; UC 5 y Misión en E.U.A; y, Culiacancito 60 y Angostura en México.

Las accesiones de garbanzo han sido también utilizadas extensivamente en programas de cruzamientos y como fuente de resistencia a enfermedades y otros caracteres deseables. Muchos fitomejoradores de garbanzo han venido usando con éxito caracteres como planta alta, tamaño grande de semilla y precocidad.

Uso de las especies silvestres

Ocho especies silvestres anuales de Cicer y 35 perennes se conocen (van der Maesen, 1984). Las especies anuales poseen varias características útiles (van der Maesen y Pundir, 1984). Estas especies pueden ser utilizadas como una fuente de genes para resistencia a enfermedades, alto número de semillas por vaina y eficiente tipo de planta, así como para ampliar la base genética del material de mejoramiento.

Aún cuando solamente la especie silvestre C. reticulatum se cruza exitosamente con C. arietinum, híbridos parcial o completamente estériles han sido obtenidos de cruces de C. echinospermum con C. arietinum y C. reticulatum y entre C. judaicum y C. cuneatum, C. bijugum, C. judaicum y C. pinnatifidum (Ladizinsky y Adler, 1976a; Pundir y van der Maesen, 1983). Como las especies perennes son extremadamente difíciles de cultivar, su valor potencial en fitomejoramiento no ha sido evaluado. Se necesitan más datos sobre cruzamientos en las varias especies silvestres de Cicer.

Germoplasma que falta por colectarse

Aún cuando el conocimiento de las áreas bajo cultivo es un factor importante para identificar algunas colectas faltantes, se debe dar más atención a otros factores importantes como la antigüedad del cultivo, la diversidad en la población del cultivo, disponibilidad de genotipos útiles, el desarrollo agrícola y la posibilidad de nuevas expediciones de colección. Como se indicó anteriormente, se necesitan hacer más colecciones en algunos países.

En el caso de Chile, se necesitarán hacer colecciones por caracteres como alto número de ramas primarias y secundarias, follaje abundante, alto índice de cosecha y alto contenido de proteína. En Rusia hacer colecciones para resistencia a Ascoquita, tolerancia a heladas y altura; en España, por semilla de tamaño grande y alto rendimiento biológico; y, en Paquistán e Italia realizar colecciones para tolerancia al frío.

La evaluación sistemática de germoplasma para muchos caracteres útiles como sensibilidad al fotoperfodo, capacidad de nodulación, habilidad para florecer y fructificar bajo la influencia de temperaturas relativamente bajas, tolerancia al frío, tolerancia a la sequía y tolerancia a condiciones de suelos salinos y alcalinos, deben recibir mayor atención.

Conclusiones

La importancia que tienen los recursos genéticos de garbanzo ha sido reconocida por científicos de todo el mundo. Aún cuando científicos en diferentes partes del mundo han colectado germoplasma de garbanzo, la colección más grande (14.360 accesiones) se mantienen en el ICRISAT. La segunda colección más grande, cerca de 6.000, se encuentra en el ICARDA. Las colecciones de germoplasma de garbanzo mantenidas por estas instituciones representan bastante bien la diversidad genética que existe a nivel mundial. Sin embargo, todos los grupos taxonómicos que han sido mencionados por varios científicos, no es seguro que estén disponibles.

De las 43 especies silvestres de Cicer, solo 14 han sido colectados por ICRISAT y 9 por ICARDA. La colección de especies silvestres está lejos de ser completa y se debe dar una especial importancia para coleccionar más variación genética de estas especies. Como la mayoría de las especies silvestres de Cicer no son compatibles con C. arietinum,

se deben hacer esfuerzos para sobreponer estas barreras en la hibridación interespecífica.

La mayoría de las accesiones mantenidas en diferentes centros han sido evaluadas para un número de caracteres limitado de uso inmediato. Recientemente se ha preparado la lista de descriptores de garbanzo, lo cual fue publicado conjuntamente por el ICRISAT el ICARDA y el IBPGR, para poder lograr una evaluación uniforme en las características de garbanzo por parte de los científicos.

La evaluación más exhaustiva ha sido hecha por ICRISAT donde cerca de 13.000 accesiones han sido evaluadas por 25 descriptores. Similarmente, el ICARDA ha evaluado más de 3.300 accesiones de garbanzo "kabuli" por 29 caracteres y sus resultados han sido publicados. Ambos centros han computarizado la información de pasaporte y los detalles de la evaluación. Se ha observado una amplia variación genética para la mayoría de los caracteres evaluados por ambos centros. Estas evaluaciones han dado como resultado la liberación de muchas nuevas variedades y también ha facilitado la identificación de fuentes de resistencia a diferentes factores.

BIBLIOGRAFIA

1. AHMAD, Z. *et al.* 1982. *Collecting chickpea and lentil in Pakistán. Plant Genetic Resources Newsletter* 52: 1-4.
2. ALBERT, V.E. *et al.* 1975. *(Local varieties of pulse crops in Moldavia and the Southwest of Ukraine). Tr. Prikl. Bot. Genet. Selekt.* 54: 62-70.
3. ANONYMOUS, 1974. *Grain legumes for the southern Wheat Belt. Agr. Gaz. N.S. Wales* 85: 46.
4. ANONYMOUS. 1979a. *Pulses in Bangladesh. Plant Genetic Resources Newsletter* 39: 26.
5. ANONYMOUS. 1979b. *Notes from genetic resources centres: Plant Genetic Resources Newsletter* 37: 20.
6. ANONYMOUS. 1980. *Notes from genetic resources centres. Plant Genetic Resources Newsletter* 44: 34-35.
7. AZIZ, M.A. and KAINTH, N.A. 1960. *Evolution of blight resistant types of gram.*

8. BALASHOV, V.V. 1971. (Chickpeas forms valuable for its breeding). *Selekts. Semenov.* 36: 36-37.
9. BEZUNEH, T. 1975. Status of chickpea production and research in Ethiopia. Pages 95-101. *In: Proceedings International Workshop on Grain Legumes. ICRISAT.* 13-16 Jan. 1975. Hyderabad, India.
10. BHARDWAJ, R.P. and SINGH, I.B. 1970. Genotypic variability in yield and other quantitative characters in gram. *Indian Agric.* 14: 37-41.
11. BROUE, P. *et al.* 1975. Plant collecting in central Asia and the Caucasus Region of USSR. *Australian Pl. Introd. Rev.* 10: 11-26.
12. BUDIN, K.Z. and SHAMARAEV, G.E. 1971. (The centres of origin and specific diversity of cultivated plants) *Tr. Prikl. Bot. Genet. Selekt.* 45: 238-270.
13. BUSHKOVA, L.N. 1960. (Susceptibility of chickpea varieties to ascochyosis). *Zashch. Rast.* 5: 55.
14. CAMPOS, T.A. *et al.* 1961. (Selection of chickpea cultivars in three regions of Mexico). *Agr. Tec. Mex.* 11: 16-18.
15. CHANDRA, S. 1960. Studies on the economic potentialities of some indigenous and exotic varieties of gram. *M.Sc. Punjab Agricultural University, India.*
16. CHANDRA, S. 1968. Variability in gram. *Indian J. Genet. Pl. Breed.* 28: 205-210.
17. CHANDRA, K.S. and KOONER, B.S. 1980. Sources of resistance in chickpea to the gram pod borer (*Heliothis armigera*) Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Res., Punjab Agric. Univ.* 17: 13-16.
18. CROMARTY, A.S., ELLIS, R.H. and ROBERTS, E.H. 1982. The design for seed storage facilities for genetic conservations. *International Board for Plant Genetic Resources, Rome.* p. 96.
19. DAHIYA, B.S. *et al.* 1984. Useful spontaneous mutants in chickpea. *International Chickpea Newsletter.* 11: 4-8.
20. ENKEN, V.B. 1971. (Experimental breeding of chickpea varieties). Pages 238-252.

In: Metody Issled. S. Zernobob. Kulturami, I. Orel, USSR.

21. FRANKEL, O.H. and BENNETT, E. (eds.). 1970. Genetic resources in plants - their exploration and conservation. IBP Handbook 11, Blackwell, Oxford.
22. FRANKEL, O.H. and HAWKES, J.G. (eds.). 1975. Crop genetic resources for today and tomorrow. Cambridge University Press, Cambridge.
23. GANEVA, D. 1975. (The collection of the Plant Resources Section as initial material for breeding some pulse crops). Pages 95-105. In: Selektionno-genetichinii agrotekhnicheski prouchvaniya naz "rnenobobovite kulturi. Sofia, Bulgaria, Izdatelstvo na BAN".
24. GANEVA, D. and MATSOV, B. 1977. (Comparative trial of introduced and local chickpea varieties). *Rasteniye'd Nauki* 14: 51-59.
25. GLUSHENKOVA, N.I. 1977. (Evaluation of breeding material of pulses in Uzbekistan). *Mirou rastitel'n. resursy v sredn. Azii* 3: 39-49.
26. GOVIL, J.N. 1981. Nature of variation and distribution of desirable alleles for morphological attributes in chickpea world collection. *Indian J. Agric. Res.* 15: 51/69.
27. GOVIL, J.N. 1983. Field collection of chickpea germplasm. *Indian. J. Agric. Res.* 17: 109-113.
28. GOVIL, J.N., CHAKRABARTI, S.N. and SEN, B. 1981. Genetic variability and correlations in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pages 4-5. In: Fourth International SABRAO Congress. Universitiis Kebangsaan Malaysia and Federal Hotel. May 1981. Kuala Lumpur, Malaysia.
29. GREWAL, J.S., PAL, M. and AGRAWAL, D.K. 1972. Screening of germplasm for resistance to wilt and blight. Pages 254-259. In: Proceedings Eighth Workshop on Rabi Pulses. AICRPP (ICAR), held at J.N.K.V.V. Sept. 1975. Jabalpur, ICAR, New Delhi.
30. GUBANOV, I.A., PAVLOV, V.M. and YUNUS, M.K. 1975. (Notes on rare species of Afghanistan). *Byulleten Moskovskogo Obshchestva I sputatelei Priordy, otdel Biologicheskii* 80: 82-91.
31. GURHA, S.N., KAMTHAN, K.P. and MISRA, D.P. 1982. Reaction of some exotic

and indigenous cultivars of chickpea (Cicer arietinum L.) against Sclerotium roffsii Sac. Madras Agric. J. 69: 471-473.

32. HALIMIE, M.A. and ZAFAR, M.A. .1977a. Varietal susceptibility of gram to the attack of Callosobruchus analis (Fbr.) and Callosobruchus chinensis (Linn.) (Bruchidae coleoptera). J. Agric. Res., 15: 285-291.
33. HARLAN, J.R. 1975. Our vanishing genetic resources. Science 188: 618-621.
34. HASAN, A. 1983. Reaction of chickpea cultivars to root knot nematode. International Chickpea Newsletter 8: 26-27.
35. ICARDA. 1983-1984. Annual reports. ICARDA, Aleppo, Syria.
36. ICRISAT. 1974-1984. Annual reports. ICRISAT, Patancheru, A.P., India.
37. ICRISAT, ICARDA and IBPGR. 1985. Chickpea descriptors. IBPGR Secretariat, Rome, p. 15.
38. KUMAR, J., BAHL, P.N. and RAJU, D.B. 1984. Variability in relation to geographical distribution in chickpea. Indian J. Genetics and Plant Breeding 44: 164-173.
39. LADIZINSKY, G. and ADLER, A. 1976a. The origin of chickpea (Cicer arietinum). Euphytica 25: 211-217.
40. LADIZINSKY, G. and ADLER, A. 1976b. Genetic relationship among the annual species of Cicer L. Theoretical and Applied Genetics. 48: 197-203.
41. MERCY, S.T. and KAKAR, S.N. 1975. Barrier to interspecific crosses in Cicer arietinum. Proc. Indian Natl. Sci. Acad. Part B, Biol. Sci. 41: 78-82.
42. MORENO, M.T. and CUBERO, J.I. 1978. Variation in Cicer arietinum L. Euphytica 27: 465-485.
43. NENE, Y.L. and HAWARE, M.P. 1980. Screening chickpea for resistance to wilt. Plant Disease 64: 379-380.
44. POPOV, M.G. 1929. The genus Cicer and its species. Trudy prikl. Bot. Genet. Selekt. (Bull. Appl. Bot. Genet. Pl. Breed.) 21-1: 1-254.
45. PUNDIR, R.P.S. 1982. Collection of chickpea germplasm in the Jaummu region of India. International Chickpea Newsletter 7:3.

46. PUNDIR, R.P.S. and MANGESHA, M.H. 1983. Collection of chickpea germplasm in Ethiopia. *International Chickpea Newsletter* 8: 6-7.
47. PUNDIR, R.P.S., RAO, N.K. and van der MAESEN, L.J.G. 1985. Distribution of qualitative traits in the world germplasm of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Euphytica* 34: (in press).
48. PUNDIR, R.P.S. and van der MAESEN, L.J.G. 1977. A pedicel mutant in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Tropical Grain Legume Bulletin* 10: 26.
49. PUNDIR, R.P.S. and van der MAESEN, L.J.G. 1981. A spontaneous polycarpellary mutant in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Chickpea Newsletter* 5: 2-3.
50. PUNDIR, R.P.S. and van der MAESEN, L.J.G. 1983. Interspecific hybridization in *Cicer*. *International Chickpea Newsletter* 8: 4-5.
51. REDDY, M.V. and SINGH, K.B. 1984. Evaluation of a world collection of chickpea germplasm accessions for resistance to *Ascochyta* blight. *Plant Disease* 68 (10): 900-901.
52. REDDY, M.V. and NENE, Y.L. 1978. Screening of *Cicer* spp. for resistance to *Ascochyta* blight. *In: Third International Congress of Plant Pathology*. Aug. 1978, Munchen, West Germany (Abs.).
53. SANDHU, T.S. 1980a. New sources of resistance to gram blight disease, *Ascochyta rabiei* kovacevski. *Madras Agric. J.* 59: 41.
54. SANDHU, T.S. 1980b. Breeding for disease resistance in pulse crops. Pages 78-91. *In: Breeding methods for the improvement of pulse crops*. (K.S. Gill, ed.), Punjab Agricultural University, Ludhiana, India.
55. SINGH, G., KAPOOR, S. and SINGH, K. 1982a. Screening chickpea for grey mold resistance. *International Chickpea Newsletter* 7: 13-14.
56. SINGH, K.B. et al. 1981a. Resistance in chickpeas to *Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. *Plant Disease* 65: 586-587.
57. SINGH, K.B. and MALHOTRA, R.S. 1984a. Collection and evaluation of chickpea genetic resources. Pages 105-122. *In: J.R. Witcombe and W. Erskine, eds. Genetic resources and their exploitation chickpeas, faba beans and lentils.*

Nijhoff/Junk, the Netherlands.

58. SINGH, K.B. and MALHOTRA, R.S. 1984b. *Exploitation of chickpea genetic resources. Pages 123-130. In: J.R. Witcombe and W. Erskine, eds. Genetic resources and their exploitation chickpeas, faba beans and lentils. Nijhoff/Junk, The Netherlands.*
59. SINGH, K.B., MALHOTRA, R.S. and WITCOMBE, J.R. 1983. *Kabuli chickpea germ-plasm catalog. Aleppo, Syria: ICARDA.*
60. SINGH, K.B. *et al.* 1981b. *Screening kabuli chickpea for cold tolerance. International Chickpea Newsletter 4: 11-12.*
61. SINGH, K.B., REDDY, M.V. and MALHOTRA, R.S. 1985. *Breeding kabuli chickpeas for high yield, stability and adaptation. Pages 71-90. In: M.C. Saxena and S. Varma, eds. Proceedings international workshop on faba beans, kabuli chickpeas, and lentils in the 1980s, May 1983, ICARDA, Aleppo, Syria.*
62. SINGH, K.B., SAXENA, M.C. and GRIDLEY, H.E. 1984. *Screening chickpeas for cold tolerance and for frost resistance. Pages 167-177. In: M.C. Saxena and K.B. Singh, eds. Ascochyta blight and winter sowing of chickpeas. Nijhoff/Junk, Publ. The Netherlands.*
63. TOLL, J. 1980. *Collecting in Ethiopia. Plant Genetic Resources Newsletter 43: 36/39.*
64. USDA. 1969. *Regional Pulse Improvement Project. USDA, ARS, U.S. Agency for International Development. Progress Report No 7.*
65. USDA. 1971. *Regional Pulse Improvement Project. USDA, ARS, U.S. Agency for International Development. Progress Report No 9.*
66. van der MAESEN, L.J.G. 1972. *Cicer L., a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (Cicer arietinum L.), its ecology and cultivation. Communication of the Agricultural University, Wageningen 72-10.*
67. van der MAESEN, L.J.G. 1973. *Chickpea: distribution of variability. Pages 30-34. In: Survey of crop genetic resources in their centres of diversity. O.H. Frankel, ed. Rome: FAO/IBP.*
68. van der MAESEN, K.J.G. 1984. *Taxonomy, distribution and evolution of the chickpea*

- and its wild relatives. Pages 95-104. In: Witcombe, J.R. and ERSKINE, W. (eds.). Genetic resources and their exploitation - chickpeas, faba beans and lentils. Nijhoff/Junk, The Netherlands.
69. van der MAESEN, L.J.G. and PUNDIR, R.P.S. 1984. Availability and use for wild Cicer germplasm. Plant Genetic Resources Newsletter, 57: 19-24.
70. VAVILOV. 1926. (Studies on the origin of cultivated plants). Leningrad: 129-138.
71. WITCOMBE, J.R. and ERSKINE, W. (eds.). 1984. Genetic resources and their exploitation - chickpeas, faba beans and lentils. Nijhoff/Junk, The Netherlands.

MEJORAMIENTO GENETICO DEL GARBANZO

R. S. Malhotra *

El garbanzo (Cicer arietinum L.) es una especie diploide con $2n = 16$ cromosomas. Es una especie autógama, con polinización cruzada muy baja que va de cero a uno por ciento.

Los fitomejoradores han encontrado conveniente clasificar el garbanzo en dos tipos principales que son: "desi" (caracterizado por semillas de tamaño pequeño, de forma angulada y con un porcentaje alto de fibra); el tipo "kabuli", caracterizado por su semilla grande, de forma de cabeza de carnero, de color crema y con un bajo porcentaje de fibra. Un tercer tipo designado como "intermedio" se caracteriza por tener semilla de tamaño mediano a pequeño, forma de grano de arveja y de color crema. Este último tipo se encuentra más frecuentemente en las colecciones de germoplasma que en los campos de agricultores.

Cerca del 85% de la producción mundial correspondiente al tipo "desi" y el restante porcentaje corresponde a "kabuli" (Singh, et al., 1985). Sin embargo, cerca de las dos terceras partes de los países que cultivan garbanzo siembran solamente el tipo "kabuli" y una tercera parte cultiva el tipo "desi". El garbanzo es sembrado en terrenos con humedad residual y raras veces en campos irrigados y fertilizados. Pocos agricultores protegen sus cultivos contra enfermedades e insectos y las prácticas culturales como la siembra, control de malas hierbas y la cosecha son hechas a mano.

El promedio de rendimiento a nivel mundial es alrededor de 600 kg/ha y ha permanecido estático en las últimas tres décadas. Desde el punto de vista de mejoramiento del cultivo, algunas causas principales por el bajo rendimiento son: bajo potencial de rendimiento de las variedades existentes, daños económicos causados por enfermedades, insectos y nematodos y también por la falta de respuesta de las actuales variedades a tecnologías de manejo intensivo, como la fertilización y la irrigación.

* Científico de Ensayos Internacionales ICARDA, Casilla 5466, Aleppo, Siria.

Por las razones anteriores, la mayor preocupación de los fitomejoradores es la de incrementar el potencial genético para rendimiento. De acuerdo con varios reportes (van Dobben, 1962; Duncan et al., 1978; Austin et al., 1980; Sinha et al., 1981) el aumento del potencial de rendimiento en los cereales no se ha producido por un incremento en la materia seca; sino más bien por un incremento progresivo del índice de cosecha. Sin embargo, esto no es muy factible de aplicar en garbanzo, porque la biomasa es generalmente baja en el garbanzo.

Por estas razones, en el mejoramiento genético del garbanzo, la biomasa y el índice de cosecha deben ser mejorados simultáneamente. Otra preocupación de los mejoradores es como controlar las enfermedades como ascoquita, marchitez del fusarium, pudriciones de raíz y los insectos como el barrenador de la vaina y el minador de la hoja. Los fitomejoradores en el Este de Europa están desarrollando cultivares que tengan nuevas características para poder realizar siembras de invierno en la región del Mediterráneo y cultivares mejorados para realizar siembras tardías en regiones del Norte de India.

OBJETIVOS DEL MEJORAMIENTO

El incremento del rendimiento es la meta principal en el mejoramiento del garbanzo, lo cual es factible de lograr con los siguientes objetivos a corto y largo plazos:

Objetivos a corto plazo

1. Incorporar resistencia a enfermedades (Ascoquita, marchitamiento y pudrición de raíz); insectos (barrenador de la vaina y minador de la hoja); y, nematodos (de quiste, nodulares y lesiones de raíz), para estabilizar la producción.
2. Introducir el garbanzo a nuevas áreas a través del desarrollo de variedades que puedan sembrarse en invierno en las regiones del Mediterráneo (alturas medias y bajas) y para obtener dos cosechas por año en las zonas bajo riego de la India.
3. Incorporar tolerancia genética a baja y alta temperaturas, a la salinidad, de tal modo que el garbanzo pueda ser cultivado en áreas marginales.
4. Obtener variedades con mayor biomasa (planta alta, erecta y compacto) con un mejor índice de cosecha.
5. Usar más en lo posible, la cruce entre los tipos de garbanzo desi x kabuli, para

transferir genes deseables como mayor número de vainas por planta, tolerancia al calor, sequía y pudrición de raíz del tipo "desi" al "kabuli". En forma semejante, transferir genes deseables del tipo "kabuli" al "desi", como tamaño grande del grano, altura de planta, alto rendimiento biológico y resistencia a Ascoquita.

Objetivos a largo plazo

1. Desarrollar variedades que respondan en forma rentable y a la irrigación.
2. Identificar formas estables de esterilidad masculina que puedan ser usados en métodos de mejoramiento genético como la selección recurrente.
3. Perfeccionar las metodologías de cultivo de tejidos, cultivo de anteras y otras tecnologías para transferir genes útiles de las especies silvestres de Cicer a las variedades cultivadas.

Programas regionales e internacionales de mejoramiento genético

El Proyecto Regional de Mejoramiento de Leguminosas de Grano (RPIP), del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), fue establecido en 1963, teniendo sus oficinas principales en la Universidad Agrícola de Karaj, Irán, y operó entre 1964 y 1973. Un proyecto regional semejante, también apoyado por el USDA, operó en el Instituto de Investigaciones Agrícolas de la India, Nueva Delhi, entre 1966 y 1970. Estos proyectos hicieron una contribución muy significativa al haber concentrado un volumen considerable de germoplasma.

Otro esfuerzo regional fue el Programa de Desarrollo Agrícola para Zonas Áridas (ALAD) localizado en Beirut, Líbano, el cual operó de 1972 a 1976. Este Programa impulsó no solo actividades concernientes a germoplasma, sino que también organizó viveros regionales de materiales mejorados y coordinó acciones de capacitación en leguminosas de grano.

El Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional, estableció el Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Regiones Semi Áridas del Trópico (ICRISAT) en India en 1972. Este instituto tiene la responsabilidad a nivel mundial de mejorar el garbanzo en los países en desarrollo. En 1978 se formó un Proyecto Cooperativo de Investigación en Garbanzo, ICRISAT/ICARDA, en el cual se decidió que el ICARDA en Siria se concentrara en la investigación de garbanzo tipo "kabuli"; en forma semejante, el ICRISAT se concentró en el mejoramiento del tipo "desi"

Liberación de nuevas variedades a nivel mundial

Hasta el año de 1983, se han liberado por lo menos 159 variedades de garbanzo en 20 países (Singh, 1987). Un análisis general de este trabajo revela lo siguiente:

1. Alrededor del 64% de estas variedades fueron del tipo "desi", 32% del tipo "kabuli" y un 4% desconocido.
2. Más de 100 variedades han sido desarrolladas por selección de materiales locales introducidos y solamente 50 variedades se han formado por medio de cruzamientos. Sin embargo, durante los últimos años, la mayoría de las nuevas variedades se han derivado de proyectos de hibridación. Esto indica que han habido más recursos económicos disponibles en los programas nacionales de mejoramiento.
3. Las primeras variedades de germoplasma fueron obtenidas en 1926. Esto significa que ningún cultivar fue liberado antes o durante el primer cuarto del Siglo XX. De 1925 a 1950 fueron liberadas 31 variedades. De 1950 a 1975, se obtuvieron 61 variedades y de 1975 a 1984 se liberaron 50 variedades. Se desconoce cuando fue la liberación del número restante de 17 variedades de garbanzo.
4. La resistencia a enfermedades ha recibido una máxima atención, que se han logrado 35 nuevas variedades resistentes (22% del total). Otras características que han recibido atención en los programas de mejoramiento son el tamaño y color de la semilla, la altura de planta para cosecha mecanizada, el rango de adaptación y la tolerancia a la sequía.
5. Desafortunadamente, aunque se han liberado alrededor de 159 variedades, la producción de garbanzo a nivel mundial no se ha incrementado. Sin embargo, se espera que las recientes variedades que se están obteniendo con nuevas tecnologías, puedan lograr un cambio favorable en la producción actual de esta leguminosa.

MÉTODOS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

En cualquier programa de mejoramiento genético, las tres principales fases que deben tomarse en cuenta son: la creación de variabilidad genética; la selección dentro de esta variación de tipos de plantas deseables con resistencia a enfermedades; y, la tercera fase involucraría la evaluación de las líneas seleccionadas y su incremento de semilla para apoyar planes de producción comercial. La variabilidad genética puede lograrse

a través de: a) introducciones de otros países y el uso de cultivares y líneas del mismo país; b) hibridaciones; y, c) mutaciones.

En los países en desarrollo, la introducción y selección de germoplasma de otros países, ha jugado un papel muy importante. A continuación se hace un análisis y una descripción de estas metodologías de mejoramiento genético.

Introducción, evaluación y selección de germoplasma

Introducciones

Los principales objetivos de la introducción de germoplasma en un Programa Nacional son los de obtener y evaluar líneas que: (i) crecen en otras partes del país o del mundo; (ii) que puedan tener características de adaptación semejantes a los suelos y condiciones climáticas de una región; y, (iii) que posean factores especiales como resistencia a enfermedades, buen tipo de planta y buena calidad de semilla.

La introducción de germoplasma puede efectuarse: (a) por intercambio de materiales entre fitomejoradores; (b) por exploraciones que se realicen dentro del mismo país u otros países donde pueda existir germoplasma deseable; y, (c) de los centros internacionales como ICRISAT, ICARDA, FAO y de las Estaciones de Introducción de Plantas del USDA. La introducción del germoplasma puede consistir de cultivares, líneas puras, o bien de una mezcla de ecotipos o poblaciones segregantes. Si la introducción es una línea pura, entonces esta puede ser probada inmediatamente por adaptación y rendimiento; pero si es una mezcla o población segregante, el material tiene que ser purificado y seleccionado antes de poder hacer pruebas de rendimiento.

La introducción de germoplasma siempre se enfatiza cuando se inicia un programa de mejoramiento genético; pero en realidad, este debe ser un proceso contínuo. Algunas introducciones pueden adaptarse bien de inmediato y pasar a ser cultivares comerciales. En realidad, la introducción de germoplasma es la manera más rápida y barata para desarrollar nuevos cultivares. Por esta razón, se le debe dar una alta prioridad en aquellos países donde no se puede conducir un programa completo de mejoramiento genético por razones de baja prioridad o falta de personal especializado.

Selección de plantas

El objetivo de realizar un proceso de selección dentro de una línea introducida,

es el de mejorarla, a través de la separación de los fenotipos más deseables. Por ejemplo, una línea introducida puede ser una mezcla de plantas resistentes y susceptibles a enfermedades y que pueden estar segregando por tipo de planta. Muchas plantas resistentes pueden seleccionarse por su similitud en tipo de planta y otras características, agrupando la semilla de estas plantas y efectuando lo que se llama una "selección masal".

Muchas plantas deseables pueden ser seleccionadas de introducciones, siguiendo este método de selección masal. En este método la selección puede basarse en resistencia a enfermedades, tipo de planta, madurez temprana o tardía, buena calidad de semilla.

La semilla de plantas deseables y uniformes que es mezclada o "masada" es sembrada el año siguiente y, si fuese necesario, el proceso de selección se repite. La línea mejorada, ya con cierta uniformidad genética, es evaluada por rendimiento (esto se describe más adelante). Si la línea rinde mucho más que el cultivar testigo y es deseable para la región, se incrementa la semilla y la línea puede ser liberada como una nueva variedad comercial del garbanzo.

Manejo de materiales segregantes

El hacer cruzamientos en garbanzo es tedioso y requiere de facilidades físicas y humanas para estudiar el material segregante por enfermedades u otros caracteres. Es por eso que sin hacer cruzamientos en un país, los fitomejoradores pueden disponer de poblaciones segregantes tempranas o avanzadas existentes en otros países. Dentro de estas poblaciones segregantes se podrán separar genotipos deseables, usando el "método de selección por pedigree" o de plantas individuales y el "método de selección masal". A menudo, el mejorador seleccionará una "línea pura" que eventualmente llegará a ser una variedad. El ICRISAT y el ICARDA están distribuyendo poblaciones segregantes de garbanzo en gran escala en la India y en los países del Mediterráneo, aunque también a otros países del mundo, esperándose que de este esfuerzo se puedan derivar nuevas variedades comerciales de garbanzo de beneficio para los países.

Cruzamientos

El objetivo de hacer un cruzamiento es de combinar características deseables de dos o más progenitores en una sola variedad. Un proyecto de hibridación o cruzamientos puede ser iniciado en un país cuando se haya agotado la posibilidad de obtener materiales mejorados de las introducciones de germoplasma recibidas.

Selección de progenitores

Una de las más importantes consideraciones que se debe hacer en los programas de mejoramiento, es que la nueva variedad que se desea desarrollar debe rendir más que los cultivares a los cuales se pretende reemplazar. A menudo se ignora este factor de rendimiento, especialmente cuando se está desarrollando una línea mejorada para satisfacer una condición particular, como resistencia a una enfermedad, tamaño grande de grano o planta alta. Por esta razón, casi sin excepción, dentro de los padres que se vayan a cruzar, uno de los progenitores debe tener muy buenas características de rendimiento y adaptación para la región seleccionada. El otro progenitor es generalmente escogido para complementar eficientemente los puntos débiles que pueda tener el progenitor de alto rendimiento y buena adaptación ecológica.

Existen varios procedimientos para seleccionar los mejores progenitores que intervendrán en un cruzamiento particular y que pueda resultar en una recombinación de características deseables. El primer paso es escoger los progenitores en base a su adaptación, resistencia a enfermedades e insectos, alto potencial de rendimiento y otras características agronómicas deseables. Esto se puede lograr estudiando previamente tantos progenitores potenciales como sea posible, observándoles todas sus características favorables y desfavorables y seleccionando pares complementarios de progenitores que podrían por recombinación dar lugar a recombinantes deseados.

El segundo paso consiste en la producción de un número alto de cruzamientos para descartar muchos de ellos en generaciones tempranas, por su inferior comportamiento. La mayoría de los cruzamientos que se hace con garbanzo son entre líneas que poseen alto rendimiento, buena adaptación a condiciones locales y aceptable calidad de semilla, con líneas que poseen tolerancia/resistencia a enfermedades, insectos, baja/alta temperatura o deseable tamaño de grano, buen tipo de planta, alto número de semillas por vaina y dos vainas por pedúnculo. Algunas líneas progenitoras de muy buenas características se listan en el Cuadro 1.

Técnicas de cruzamiento

Los cruzamientos en garbanzo son muy especializados y de un fruto fecundado (vaina), se produce una sola semilla. Brevemente, la técnica de cruzamiento, consiste en sostener la yema de la flor con la mano izquierda, después se presiona levemente para abrir el estandarte y las alas, abriendo la quilla con la ayuda de pinzas polinizadoras; a continua-

Cuadro 1. Genotipos de garbanzos con características especiales para usarse como progenitores en programas de cruzamientos. ICARDA.

Características deseables	Número de la accesión
<u>Características de la planta:</u>	
Plantas altas y erectas	ILC-72, -196, -201, -202, -3279, -3346, ICC-8920, -8921, -8922, -8923, -8929.
Semilla grande	ILC-95, -96, -97, -99, -100, -101, -148, -149, -445, -470, -1250, -1253, -1254, -2398, -2593.
Dos flores/axila	ICC-364, -552, -4945, -4951, -8284.
Alto núm. semillas/vaina	ICC-11520, -11521, -12206, -12208, -12212, -12213, -12222, -12227, -12229.
Alta nodulación	ICC-5003
<u>Tolerancia a factores ambientales:</u>	
Salinidad	ICC-4973, -5003, -11514
Sequía	ICC-4958, -10448
Baja temperatura	ILC-666, -668, -1071, -2487, -2505, -3081, -3287, -3470, -3598, -3789.
Alta temperatura	Bengol gram, Annigeri, 850-3/27,H208.
<u>Resistencia a insectos:</u>	
Minador de la hoja	ILC-726, -1776, -2319, -2618.
Barrenador de la vaina	ICC-506, -1381, -4856, -5264, -6663, -7510, -7559, -7966, -10667, -10761, -10870.
<u>Resistencia a malezas:</u>	
<u>Orobanche sp.</u>	ILC-229, -280, -348, -351, -613.
<u>Resistencia a enfermedades:</u>	
Ascoquita	ILC-72, -196, -201, -202, -2506, -2956, -3274, -3279, -3346, -3856, -4421, -5828, ICC-3996, -6988.
Marchitez de <u>Fusarium</u>	ICC-11311, -11313, -11314, -11318, -11319, -11320, -11321, -11322, -11324.
<u>Fusarium solani</u>	ICC-11313, -11320, -11324.
<u>Rhizoctonia bataticola</u>	ICC-435, -444, -999, -1443, -1913, -2086, -2450, -3181, -4716, -4948, -6081.

Continuación Cuadro 1...

Características deseables	Número de la accesión
Virus del enrollamiento de la hoja de la arveja	ICC-403, -591, -685, -2385, -2546, -3718, -6433, -6934, -10495, -10596.
<u>Botrytis</u>	ICC-1084, -1093, -4014, -4018, -6671, -7574, -8383, -10302, NEC 138-2.
Marchitez + <u>Rhizoctonia</u>	ICC-925, -11315, -12241, -12257, -12268, -12270, -12271, -12273, -12428K, -12430K, -12435K, -12437, -12444, -12450, -12454, -12460, -12467, -12472.
Marchitez + <u>Fusarium solani</u>	ICC-11313, -11316, -11317, -11320, -11324, -12236, -12237, -12239, -12242, -12245, -12249, -12255, -12256, -12258, -12259, -12269, -12274, 12275.
Marchitez + <u>Botrytis</u> (1)	ICC-11321, ICCL80004
Marchitez + virus de la arveja	ICC 3354
Marchitez + Ascoquita	ICC 3935
Marchitez + Sclerotima	ICC 858, 959, 4651, 4918, 6671, 6680, 8933, 9001.
<u>Botrytis</u> ¹ + <u>Ascoquita</u> ¹	ICC 1069
Ascoquita + virus de la arveja	ICC 693 ² , ILC 183 ³
<u>Botrytis</u> ¹ + virus de la arveja	ICC 8383
<u>Rhizoctonia</u> + virus de la arveja	ICCL 81014
Marchitez + <u>Rhizoctonia</u> + <u>F. solani</u>	ICC 12237, 12269
Marchitez + <u>Rhizoctonia</u> + virus de la arveja	ICC 10466

1/ Tolerante a la raza encontrada en Hissar (India)

2/ Tolerante a la raza de IARI (India) (Ascochyta rabiei)

3/ Resistente a la raza de ICARDA (Ascochyta rabiei)

NOTA: Las accesiones con el prefijo ICC, pueden obtenerse del ICRISAT, India y con ILC del ICARDA, Siria.

ción se remueven los estambres. El polen colectado de flores semiabiertas en el progenitor masculino, se coloca sobre el estigma de la flor femenina. La selección de cultivares que tienen yemas florales grandes en el progenitor femenino, ha resultado en una buena eficiencia de cruzamiento (Bahl y Gowda, 1975). El cruzamiento sin emascular las flores, mejora el porcentaje de eficiencia (Retig, 1971). Sin embargo, con este procedimiento es conveniente que se usen marcadores genéticos en cada planta para detectar cualquier progenie autopolinizada. Para mayores detalles, se puede consultar la revisión de literatura sobre técnicas de cruzamiento en garbanzo por Auckland y var de Maesen (1980).

Obtención de más de una generación filial por año

Para acelerar el mejoramiento genético en la obtención de variedades, es importante trabajar por lo menos dos generaciones al año. El ICRISAT, el ICARDA y algunos fitomejoradores que trabajan en India, adelantan una generación sembrando en zonas altas durante el verano (mayo a octubre). En el ICRISAT también se siembra una generación adicional en invernaderos de plástico (junio a septiembre).

Los investigadores Sethi et al. (1981) pudieron cosechar vainas fisiológicamente maduras a los 62 días después de la siembra, de plantas cuya floración fue inducida con luz artificial. Una vez que se indujo la floración, esta extensión del fotoperíodo no produjo ningún efecto a la madurez. Esta técnica permitiría cosechar más de una generación al año en una misma localidad.

Métodos de mejoramiento genético

Como el garbanzo es una planta autógama, cualquiera de los métodos comunes como el pedigree, masal, retrocruzamiento, o la modificación de varios de los métodos clásicos (masal - pedigree, Harrington, 1987; descendencia de semilla simple, Brim, 1966) retrocruzamiento-pedigree, que pueden ser usados en el desarrollo de variedades. Detalles sobre estos métodos, pueden obtenerse en cualquier texto de mejoramiento de plantas como Hayes et al., 1985; Allard, 1960; Briggs y Knowles, 1967).

Mejoramiento por mutaciones inducidas

Debido al lento progreso obtenido en el mejoramiento de garbanzo, algunos fitomejoradores en la India empezaron a utilizar el mejoramiento genético a base de mutaciones. Entre ellos se pueden citar a M. A. Hag en el Instituto Nuclear de Agricultura y Biología,

Faisalabad, Pakistán; M.C. Kharkwal en el AIRI de Nueva Delhi, India; y, M.A.Q. Shaikh en el Instituto Nuclear de Agricultura en Bangladesh. Cada uno de ellos ha desarrollado y liberado nuevos cultivares como "CM 72" en Pakistán (Haq et al., 1984); "Pusa-408" y "Pusa-413" en India (Kharkwal, 1983), e "Hyprosola" en Bangladesh (Shaikh et al., 1982). En Bulgaria, también desarrollaron la variedad "Plovdiv-8" (Rukmanski y Radkov, 1979).

Aún cuando solamente se han liberado estos cinco cultivares, se considera que el método de mutaciones continuará creando variabilidad genética que no existe en los actuales bancos de genes, (Haq et al., 1984; Kharkwal, 1983; Shakoor et al., 1978). Algunos de los agentes y substancias mutagénicas que han tenido éxito, son los rayos gamma, los neutrones rápidos, NMU y EMS.

Mezcla de cultivares como método de mejoramiento

Chandra et al. (1975) estudió 10 líneas puras, haciendo 15 mezclas que contenían proporciones iguales de 2, 3 ó 4 de las líneas y seis poblaciones F3. No se observó ninguna ventaja en favor de las mezclas y poblaciones segregantes. Sewach et al. (1983) concluyó en un estudio, que una mezcla no tenía ninguna ventaja especial sobre las líneas puras. Por otro lado, Singh y Khalid (1982) sí encontraron en un estudio de un solo año, un incremento de rendimiento de las mezclas sobre las líneas puras. Singh et al. (1984b) propusieron inicialmente el uso de mezclas de cultivares bajo el principio de que la mezcla podría conferir una resistencia a Ascoquita más estable que la de las líneas puras; sin embargo, los resultados no fueron muy promisorios y el experimento fue discontinuado. Aslam (1984) ha reportado que en Pakistán se desarrolló la variedad "AUG 480", la cual es una mezcla de dos cultivares: uno que confiere resistencia a Ascoquita y el otro a la marchitez de Fusarium.

Comparación de diferentes métodos de mejoramiento genético

Singh y Auckland (1975) clasificaron varias poblaciones F2 como "muy prometedoras", "prometedoras" e "indefinidas", basándose en su comportamiento general. Ellos usaron entonces el método de pedigree para las poblaciones F2 "muy prometedoras", el método de selección masal modificado para las "prometedoras" y el método de selección masal para las "indefinidas". Byth et al. (1980) concluyeron que el método de pedigree no fue particularmente el mejor para seleccionar por alto rendimiento y sugirieron que debería ser reemplazado por el método de selección masal. Sin embargo, Lal et al. (1973) enfatizaron la importancia que tiene el método de pedigree para mejorar el rendimiento. Las

limitaciones de la selección visual que sigue el método del pedigree fueron enfatizadas por Byth et al. (1980). Para evitar esta divergencia, Dahiya et al. (1983) sugirieron realizar ensayos de rendimiento en generaciones tempranas. Se necesita más investigación para escoger los métodos de selección que son más eficientes para un conjunto de condiciones dadas.

El uso de diferentes métodos de mejoramiento genético para caracteres específicos, se puede sumarizar como sigue: (1) método de pedigree para mejoramiento por resistencia a enfermedades, insectos, nematodos , Orobanche spp; (2) método modificado de selección masal para el mejoramiento por tolerancia a sequía, baja temperatura, deficiencia de hierro, tamaño de grano, tipo alto de planta, precocidad e insensibilidad al fotoperíodo; (3) método de retrocruzamiento para cruza interespecíficas; (4) retrocruzamiento limitado (uno o dos) puede ser usado para la introgresión "desi" x "kabuli" y también para el mejoramiento por resistencia; y, (5) bajo muchas situaciones el método combinado de pedigree y selección masal, pueden ser usados para el mejoramiento de caracteres como el de hibernación, tolerancia a la sequía o aún en resistencia a enfermedades cuando las epifitias ocurren periódicamente y son difíciles de crear artificialmente.

MEJORAMIENTO PARA RESISTENCIA A ENFERMEDADES

Nene en 1980 compiló una lista con cerca de 50 patógenos que afectan al garbanzo. Entre las enfermedades más importantes, el marchitamiento causado por Fusarium oxysporum f.sp. ciceri y el daño causado por Ascochyta rabiei (Pass.) Lab., han recibido atención a nivel mundial. Nene et al. (1980) describieron en detalle el marchitamiento causado por Fusarium y otras enfermedades del suelo; asimismo, Nene en 1984 revisó la literatura mundial sobre la enfermedad Ascoquita.

Marchitamiento por Fusarium

Singh y Dahiya (1973), estimaron que este marchitamiento y otras enfermedades del suelo que afectan al garbanzo, causan alrededor del 10% de pérdidas anuales de rendimiento en India; mientras que Grewal et al. (1974) consideran que estas pérdidas pueden ser entre el 2 y 5%. Aún cuando no se conocen los cálculos de pérdidas en otros países, el marchitamiento de plantas es un problema serio en Paquistán, Tunisia, España, México y EE.UU. El mejoramiento para encontrar líneas resistentes se inició en la India en la década de 1930; posteriormente también se ha logrado considerable progreso (últimas

dos décadas) en otros países. Las técnicas de selección por resistencia han sido perfeccionadas y numerosas fuentes de resistencia han sido identificadas (Nene et al., 1981). La herencia de la resistencia a la marchitez de Fusarium es monogénica y recesiva (Ayyar y Iyer, 1936; López, 1974; Kumar y Haware, 1982; Pathak et al., 1975; Sindhu et al., 1983) Es por eso que la estrategia de mejoramiento deberá centrarse alrededor de la incorporación de esta resistencia simple (un solo gene recesivo) en otros materiales promisorios. A pesar de esto, Upadhyaya et al. (1983a, 1983b) encontraron que dos pares de genes recesivos conferían resistencia en una línea de garbanzo. Más aún, Haware y Nene (1982), han reportado la existencia de por lo menos cuatro razas fisiológicas de F. oxysporum dentro de la India. No obstante, se han desarrollado en la India varias variedades resistentes (tipos desi y kabuli).

México es otro de los países donde se ha trabajado en el mejoramiento genético de garbanzo. Tres variedades con el nombre de "Surutato 77", "Sonora 80" y "Santo Domingo", han sido desarrolladas utilizando dos tipos de garbanzo "desi" con resistencia a marchitamiento, 'L41' y 'L1186'. Estas fuentes de resistencia fueron cruzadas con dos cultivares 'Macarena' y 'Breve Blanco' y sus progenies F4 fueron retrocruzadas una vez más con 'Macarena' y 'Breve Blanco' para incrementar el tamaño del grano. Entonces, los pedigrees de las variedades Surutato 77, Sonora 80 y Santo Domingo fueron respectivamente: F4 (L1186 x Macarena) x Macarena; F4 (L1186 x Breve Blanco) x Breve Blanco y F4 (L41 x Breve Blanco) x Breve Blanco.

Esta fue una metodología muy particular de mejoramiento, ya que se demostró por primera vez que los genes de resistencia presentes en líneas de garbanzo con un peso menor de 15 g por 100 semillas, pueden ser transferidos a líneas que poseen pesos mayores de 50 g por 100 semillas. Los investigadores mexicanos han mantenido una parcela aislada con alta incidencia de esta enfermedad desde 1960 en la Estación Experimental Valle de Culiacan del INIFAP. Otros países donde se ha iniciado un trabajo sistemático son Paquistán, España, Tunisia y en los E.U.A.

Ascoquita

La Ascoquita es una enfermedad que afecta la producción de garbanzo en las regiones del Mediterráneo, Paquistán y el Noroeste de India. La enfermedad causó casi el 50% de pérdidas en Paquistán de 1979/80 a 1981/82 (PARC, 1981), y en Siria ocurrió el 30% de daño en 1982 (ICARDA, 1982). Anteriormente, Labrousse (1930) reportó que la enfermedad fue muy destructiva en Morocco en 1929 y Kovachevski (1936) menciona que en

Bulgaria hubo una pérdida en el cultivo de 20 a 50% con daños hasta del 100% en algunos campos. En Grecia también se reportaron pérdidas de 10-20% durante 1957/58 (Demetriades et al., 1959). En España se presentaron daños severos cada vez que el cultivo fue sembrado (Puerto Romero, 1964).

El progreso que se ha tenido en el mejoramiento por resistencia a Ascoquita ha sido lento en el pasado, debido tanto a la falta de técnicas de campo efectivas para realizar la selección, como a la falta de fuentes satisfactorias de resistencia. Afortunadamente, ambos problemas ya han sido resueltos (Singh et al., 1981; Singh et al., 1984c). Se ha reportado que un gene dominante simple proporciona resistencia a Ascoquita (Hafiz y Ashraf, 1953; Vir et al., 1975; Eser, 1976). Recientemente, Singh y Reddy (1983), reportaron un solo gene recesivo dando resistencia en la línea de garbanzo ILC 191, adicionalmente a la resistencia por un gene dominante en otras cuatro líneas (ILC 72, ILC 183, ILC 200, ICC 4935).

El mejoramiento genético buscando resistencia a Ascoquita fue iniciado en la década de 1930, a través de la selección de líneas puras en accesiones de germoplasma. Varias líneas resistentes fueron desarrolladas: "F8" en 1938 en la India Británica, VIR 32 en 1969 en Rusia, ILC 482 en 1982 en Siria y la línea ILC 3279 en 1984 en Chipre. Los programas de cruzamiento y selección por resistencia empezaron durante la década de 1940 y varios cultivares fueron mejorados y liberados en Paquistán ('C 12/34' en 1946, 'C 727' en 1962, 'C 44' en 1983). En la India también se obtuvieron los cultivares 'C 235' en 1962 y 'G 543' en 1977. Recientemente, el proyecto conjunto de investigación de garbanzo entre ICRISAT-ICARDA con sede en Siria, ha logrado un gran número de líneas resistentes con diverso tamaño de semilla (pequeña, mediana y grande), tipo de planta (altas arbustivas), madurez (precoz, tardía) y tolerancia a baja temperatura. Muchas de estas líneas han sido proporcionadas a los programas nacionales en países en donde se tiene el problema de esta enfermedad.

Mejoramiento genético de otras enfermedades

Nene et al. en 1981, describió técnicas de selección para identificar materiales de garbanzo con resistencia al virus del enrollamiento de la hoja de arveja (pea leaf roll virus), el cual se transmite por Aphis spp. Ya se han identificado líneas resistentes a este virus y se están usando en el programa de mejoramiento del ICRISAT. Este Centro Internacional y la Universidad Inglesa Pant de Agricultura y Tecnología en Pantnagar, India, están desarrollando líneas de garbanzo resistentes a Botrytis y algunas de ellas

ya han sido usadas en programas de mejoramiento (ICRISAT, 1982).

Debido a la evolución de nuevas razas fisiológicas en la mayoría de las enfermedades, las variedades que son resistentes tarde o temprano se hacen susceptibles. Por esta razón, el mejoramiento genético para la resistencia a enfermedades debe ser un proceso continuo.

MEJORAMIENTO GENETICO PARA RESISTENCIA A INSECTOS

Los insectos perforadores de vainas como Heliopsis armigera, H. peltigera y H. viriplaca son las plagas más importantes del garbanzo en la región del Mediterráneo. El minador de la hoja, Liriomyza cicerina, Rond. también es importante en esta región. El control químico de estos insectos no ha sido muy eficiente, es que se necesita desarrollar nuevas variedades de garbanzo que sean resistentes o tolerantes a estos insectos.

El ICRISAT ya ha iniciado un proyecto para formar líneas resistentes al barrenador de la vaina. De igual manera, el proyecto cooperativo entre ICRISAT/ICARDA en Siria, ha iniciado otro proyecto de mejoramiento para buscar resistencia a minadores de la hoja.

Barrenadores de la vaina

Los entomólogos del ICRISAT han estudiado más de 12.000 accesiones de germoplasma de garbanzo en zonas con infestaciones naturales de este insecto, habiéndose identificado 12 líneas con cierta tolerancia. La línea 'ICC-506' ha demostrado consistentemente un bajo daño de barrenador. Hasta la fecha no se ha encontrado una evidencia clara sobre el mecanismo de resistencia.

El ICRISAT ha hecho más de 200 cruzamientos desde 1978 para incorporar resistencia en cultivares adaptados. Uno de los mayores problemas en este proyecto de mejoramiento es la poca efectividad en la selección visual por resistencia y la amplia variación que se presenta de un año a otro, en el nivel de daño en las selecciones "menos susceptibles". Una selección recurrente para líneas con bajo daño del barrenador, posiblemente sea efectiva para encontrar líneas de garbanzo más resistentes.

Minador de la hoja

Este insecto puede reducir el rendimiento de un 18 a 20% en el Norte de Siria.

Los mejoradores y entomólogos del Proyecto ICRISAT/ICARDA han estudiado más de 3.500 accesiones de germoplasma de garbanzo del tipo "kabuli" durante 3 años, bajo condiciones de infestación natural en el campo. Algunas líneas, incluyendo ILC 726, ILC 1776 e ILC 3350, han mostrado constantemente una reacción de resistencia. El progreso que se ha tenido en el mejoramiento para buscar resistencia a este insecto no ha sido satisfactorio, principalmente porque no se cuenta con técnicas eficientes de selección ni tampoco se tiene un conocimiento claro sobre la herencia de la resistencia.

MEJORAMIENTO GENETICO PARA RESISTENCIA A OROBANCHE

Ciertas leguminosas como el haba, la arveja y la lenteja son susceptibles a la maleza parasítica Orobanche sp., principalmente en la región del Mediterráneo donde las pérdidas pueden ser hasta de 100% si una variedad susceptible de garbanzo se siembra en un suelo altamente infestado. El garbanzo sembrado en primavera en esa región, está libre de Orobanche, pero en las siembras de invierno, si se presentan problemas. Es conveniente que se busque resistencia a este problema en un campo altamente infestado con Orobanche sp. De 504 líneas seleccionadas en el ICARDA, 72 líneas fueron altamente resistentes en las pruebas que se hicieron en 1981-82. La resistencia de las 72 líneas fue confirmada en la siguiente temporada y dos líneas, la 'ILC 280' y la 'ILC 348' permanecieron libres de infestación por Orobanche sp. durante 1981-82 y 1982-83.

MEJORAMIENTO GENETICO PARA RESISTENCIA A NEMATODOS

Algunos nematodos, como el del quiste (Heterodera spp.), el nodulador de la raíz (Meloidogyne spp.) y el de lesiones en la raíz (Pratylenchus spp.), han sido reportados en garbanzo en varios países. Pérdidas considerables en rendimiento ocurren en suelos altamente infestados. Debido a que su control químico es muy caro, solamente la resistencia genética de la planta sería una solución eficiente. Esfuerzos se han efectuado para seleccionar líneas resistentes, pero no han sido satisfactorios (Sandhu et al., 1981; ICARDA, 1984). En el ICARDA se ha desarrollado una técnica de invernadero para realizar la selección por resistencia al nematodo del quiste y se continúan buscando líneas con buena resistencia.

MEJORAMIENTO GENETICO PARA OTROS FACTORES AMBIENTALES

Siembra de invierno en la región del Mediterráneo

En la Región del Mediterráneo del Oeste de Asia, el Noroeste de Africa y el Sur de Europa, el garbanzo es sembrado solamente cuando se cuenta con terrenos disponibles temprano en la estación de primavera. En esta forma, la planta se desarrolla cuando aumenta la temperatura, las horas luz y la aridez.

Los resultados de investigación con los que se cuenta (Hawtin y Singh, 1984; Singh y Malhotra, 1984; varios reportes anuales de ICARDA e ICRISAT), han demostrado claramente que cuando se siembra garbanzo temprano, en el invierno, los rendimientos casi se han duplicado, pero estas variedades deben tener necesariamente resistencia al frío y a la Ascoquita.

En los Estados Unidos de Norteamérica, se han iniciado estudios para introducir el garbanzo como un cultivo de invierno en el valle central de California, donde se tiene un clima del tipo mediterráneo. El área sembrada con garbanzo en esta región aumentó de 16 ha en 1983/84 a 400 ha durante 1984/85. Esto indica la importancia que han tenido las siembras de invierno de garbanzo en California.

En la región mediterránea del Oeste de Asia, Norte de Africa y Sur de Europa, se cultivaron 669.000 ha durante 1980-82, con una producción de 571.000 toneladas métricas (Cuadro 2). Si se adoptase la siembra de invierno de garbanzo, se esperaría que ocurriese un aumento considerable en la producción de esta leguminosa.

Adaptación de variedades y estabilidad de rendimiento

Los fitomejoradores han observado que la adaptación del cultivo del garbanzo tiene una alta especificidad con el área donde se siembra. Esto ha sido recientemente confirmado experimentalmente por Dani y Murty (1982). En un estudio anterior, Murty (1975) indicó que los principales factores para lograr una mejor adaptación de las variedades de garbanzo, eran tamaño de semilla, resistencia a Ascoquita, a marchitez por Fusarium y tolerancia a sequía y heladas. Se podría adicionar también a esta lista la insensibilidad al fotoperíodo.

Dani y Murty (1982) indicaron que existen en la planta algunos atributos bioquímicos

Cuadro 2. Superficie sembrada y producción de garbanzo en la región del Mediterráneo en 1980-82. (1)

Continente	Superficie (1000 ha)	Producción (1000 t)
Asia	381	399
Africa	143	83
Europa	145	89
TOTAL	669	571

(1) FAO. Production Year book.

como la acción de la enzima reductora de los nitratos en varios estados de la planta, el porcentaje de proteína en la semilla, el contenido de clorofila, los días a la iniciación de la floración y otros más, lo cual sugiere que existe una relación muy estrecha de estos mecanismos fisiológicos con la adaptación de la planta de garbanzo. Tomar et al. (1973) indicaron que las variedades de semilla pequeña fueron fenotípicamente más estables que las variedades con semilla grande. Saxena (1979), encontró que las líneas con mayor diversidad genética fueron más estables y viceversa. Summerfield et al. (1981), estudiando el efecto de la duración del día, observaron que las líneas de maduración tardía tuvieron rendimientos más bajos durante días largos y que las líneas precoces fueron muy poco afectadas por el fotoperíodo. Los garbanzos del tipo "kabuli" se adaptaron menos a los días cálidos que los garbanzos del tipo "desi", pero respondieron mejor a las temperaturas nocturnas altas que las líneas "desi", en cuanto a producción de semilla.

Las multilíneas se han mostrado más estables cuando se comparan con líneas puras y poblaciones segregantes en lo que se refiere al número de vainas, semillas por vaina y rendimiento. La estabilidad del rendimiento está correlacionada con la estabilidad del número de vainas y el peso de la semilla (Kishore, 1974). Ramanujan et al. (1973) encontraron que las líneas de alto rendimiento tenían solamente una estabilidad intermedia.

Allard y Bradshaw (1964) y Allard y Hansche (1964) igualaron el término "estabilidad" con el de balance de adaptación. Un cultivar homogéneo debe depender grandemente del balance individual de adaptación para lograr ser estable en un amplio rango de medios ambientales; mientras que un cultivar heterogéneo puede usar, para este propósito, tanto el balance de adaptación individual como el de la población. Aún cuando no exista un consenso sobre la mejor definición del término "estabilidad", los análisis de regresión son muy útiles para proporcionar una medida de esta "estabilidad" (Finley y Wilkinson, 1963; Eberhart y Russell, 1966; Tai, 1971). Utilizando estos métodos, los mejoradores de garbanzo pueden diferenciar las líneas por su estabilidad. De la presente discusión parece ser que las líneas de garbanzo con tolerancia a enfermedades, con tolerancia a variaciones de humedad y temperatura, con menos sensibilidad al fotoperíodo, con tamaño pequeño de semilla, y precoces, son más estables.

MEJORAMIENTO GENETICO POR CALIDAD Y ACEPTACION DEL CONSUMIDOR

El garbanzo es consumido como grano entero denominado 'dhal' (cotiledones pelados, secos y divididos) y 'Besan' (harina de dhal), con los cuales se preparan diferentes comidas.

El manejo casero del garbanzo por medio de granos remojados, germinados, fermentados, hervidos, tostados, fritos y con tratamiento al vapor, permite la preparación de comidas tradicionales.

Debido a esta cantidad de usos y preferencias de consumo locales, no se han desarrollado parámetros comunes de calidad que puedan servir de guía en los programas de mejoramiento. Sin embargo, en la mayoría de los programas de mejoramiento se tiende a mantener el mismo nivel de proteína en las líneas mejoradas. El contenido de proteína es generalmente determinado en líneas promisorias homocigóticas prometedoras en la F6 ó generaciones más avanzadas. Este análisis de proteína es usado como un criterio para descartar líneas con bajo contenido de proteína. Aún cuando el contenido de proteína cruda en el grano varía de 17 a 24% (170 a 240 g kg⁻¹), con extremos de 12.4 a 31.5% (Williams y Singh, 1986), las variedades liberadas generalmente tienen un contenido entre 18 y 20%.

El contenido de proteína en el garbanzo es más bajo, en comparación con otras leguminosas de grano; sin embargo, tiene muy buena digestibilidad. Líneas de garbanzo con alta proteína y los factores que causan su variación, han sido identificados por muchos científicos (Singh et al., 1984b).

Existe una marcada preferencia de consumo en el garbanzo por tamaños específicos de su semilla en diferentes países:

- a. Semilla pequeña (menos de 25 g/100 semillas): Afganistán, Bangladesh, Burma, Egipto, Etiopía, India, Irán, Malawi, Nepal, Paquistán, Sudán, Tanzania, Uganda y Rusia.
- b. Semilla mediana (entre 25 y 40 g/100 semillas): Algeria, Bulgaria, Grecia, Irán, Iraq, Italia, Jordán, Moroco, Líbano, Portugal, Siria, Tunisia, Turquía y Yugoslavia.
- c. Semilla grande (más de 40 g/100 semillas): Argentina, Chile, Colombia, México, Perú, España y E.U.A.

La mayoría de las variedades del tipo "desi" que han sido liberadas, tienen un tamaño de semilla que varía de 11 a 18 g/100 semillas. Estas son semillas realmente de tamaño pequeño, aún cuando las líneas con un peso de 100 semillas menor de 16 g son clasificadas como "pequeñas", y aquellas líneas con 16 g o más son señaladas como "grandes". En el caso del garbanzo tipo "kabuli", también se presentan fuertes preferencias por parte del consumidor. Por ejemplo, los consumidores en España no aceptarían garbanzos menores

a 66 g/100 semillas, ni en Canadá tamaños menores de 52 g/100 semillas.

Otra consideración muy importante en garbanzo se relaciona con las preferencias que existen respecto a su color de semilla. En el tipo "kabuli", los consumidores tienen preferencia por el color beige o crema claro. Dentro del tipo "desi", las preferencias varían de país a país e incluyen los colores amarillo, café, negro, verde y rosado. De ahí que cuando se están formando nuevas variedades mejoradas, los investigadores deben dar una alta prioridad a las preferencias locales que existen en cuanto a tamaño y color del grano.

Existen otras características de calidad del grano de garbanzo que también son importadas, pero no se conocen proyectos definidos para su mejoramiento genético. Algunas de estas características son:

- a. Pelado del grano
- b. 'Besan' (harina de grano)
- c. Granos para enlatado
- d. 'Hommos-Bi-Tihineh' (pasta o puré de grano)
- e. Tiempo de cocción.

Los científicos que trabajan con el garbanzo han estado más concentrados en incrementar el rendimiento que en mejorar la calidad. Los esfuerzos para incrementar el potencial de rendimiento en garbanzo deben continuar, pero también se deben impulsar los estudios sobre los parámetros de calidad en la preparación de recetas alimenticias o platillos típicos como el "dhal", "Besan", "Hommos-Bi-Tihineh" y otros más. También se deben hacer esfuerzos para incrementar el contenido de proteínas y reducir el tiempo de cocción del grano. No es seguro si el nivel de los aminoácidos más importantes, podrá ser cambiado en el futuro.

TOPICOS ESPECIALES QUE MERECE SER CONSIDERADOS EN MEJORAMIENTO GENETICO

Tipo alto de planta

La mecanización en el cultivo del garbanzo ha comenzado a ser una necesidad para hacer los rendimientos más redituables. Una de las razones de la falta de máquinas para la cosecha de garbanzo, está relacionada con el tipo de planta. Varios científicos

han propuesto un "ideotipo" (Jain, 1971; Swaminathan, 1972; Bahl y Jain, 1977; Bahl et al., 1979), pero ningún genotipo promisorio ha sido desarrollado hasta la fecha. Las plantas de porte alto han sido mencionadas como un ideotipo de planta. Sin embargo, se han publicado algunos resultados contradictorios respecto al potencial de rendimiento de estos tipos de planta alta, (Bahl et al., 1984; Singh et al., 1980). La realidad es que las plantas de tipo alto son más aptas para la cosecha mecanizada. Los genetistas de la India y de la región del Mediterráneo han estado dedicando parte de sus recursos para lograr plantas mejoradas de porte alto. Varios genotipos de planta alta han sido desarrollados en Rusia. Estas líneas tienen ciertas características buenas como resistencia a Ascoquita y tolerancia al frío; pero por otro lado, tienen una madurez tardía, rinden muy poco y tienen un tamaño "intermedio" de grano. Es solo recientemente, cuando los mejoradores han tenido éxito en desarrollar garbanzos de planta alta en los tipos "desi" y "kabuli" y los esfuerzos se están intensificando para mejorar el rendimiento y reducir el período de madurez.

Características de doble vaina y vaina con varios granos

Sheldrake et al. (1979), reportaron que el carácter de "doble vaina" (2 vainas por pedúnculo) puede ofrecer ventajas en el rendimiento, lo cual va del 6 al 11% bajo los períodos cortos de crecimiento en el ICRI SAT y en las siembras tardías en la localidad de Hissar. La Universidad Agrícola de Haryana en Hissar, India, ha desarrollado varias líneas tardías que tienen vainas con varios granos y el ICRI SAT ha combinado estos caracteres en líneas de madurez temprana e intermedia (Singh, 1984). Ambos caracteres genéticos son útiles en algunos casos, pero en general ellos tienden a reducir el tamaño del grano y, consecuentemente, no son adecuados para obtener tipos de garbanzo "kabuli" de semilla grande. Un aspecto que necesita investigarse más es el de "vainas vacías". Bajo condiciones adversas de crecimiento, la frecuencia de vainas vacías puede ser hasta del 30%. Las características de vainas dobles, vainas con varias semillas y vainas vacías, necesitan ser investigadas por fisiólogos, de modo tal que estos caracteres puedan ser utilizados para mejorar el rendimiento en esta leguminosa.

Reducción de la sensibilidad al fotoperíodo

Los genotipos con una menor sensibilidad al fotoperíodo tienen una adaptación ecológica más amplia. El CIMMYT ha tratado de formar líneas de trigo con insensibilidad al fotoperíodo, seleccionando los genotipos que crecen bien en dos localidades que difieren grandemente en condiciones agroclimáticas, en altitud y en latitud. Las líneas generadas

por este método son promisorias y han actuado bien bajo diversas condiciones ecológicas (Raja Ram, comunicación personal). El proyecto cooperativo de garbanzo del ICRISAT/ICARDA está haciendo estudios similares. Una primera localidad en Tel Hadya se encuentra a 72 msnm, y el garbanzo se cultiva bajo la influencia de incrementos de horas luz conforme avanza la estación y la temperatura es baja. En otra localidad, Sarghaya, que está a 1.400 msnm, el garbanzo es cultivado cuando ocurre una disminución en la cantidad de horas luz conforme avanza la estación y los promedios de temperatura no son tan bajos como en Tel Hadya. En esta última localidad, se siembra el garbanzo desde principios de diciembre hasta junio ó desde principios de marzo hasta comienzos de julio, y se hacen selecciones por madurez, tolerancia al frío, eficiencia a la asimilación de hierro, resistencia a *Ascoquita* y a *Orobanche* sp. En la localidad de Sarghaya/Terbol, se cultiva garbanzo de julio a octubre y la selección de líneas se hace principalmente por madurez (las líneas tardías no producen semilla). Muchas líneas han sido seleccionadas en estos estudios y están siendo evaluadas para su mayor rango de adaptación.

Esterilidad masculina

La esterilidad en garbanzo fue reportada por primera vez en 1933 (Ayyar, 1933; Rao y Subramanyam, 1934). Singh y Shyam (1958), quienes identificaron esterilidad masculina en esta especie, reportaron que este carácter estaba condicionado por un solo par de genes recesivos. Recientemente, Sethi en 1979 también identificó plantas con esterilidad masculina en la F₃ de un cruzamiento y ha estado tratando de estabilizar genéticamente este carácter.

La esterilidad masculina en garbanzo no se visualiza que pueda ser utilizada en la producción de híbridos, al menos en un futuro inmediato. Sin embargo, este factor genético puede ser muy útil para hacer un alto número de cruzamientos en el mejoramiento poblacional, como lo han indicado Duvick (1966), Brim (1973), en sus estudios con otras especies autógamias.

Cruzamientos interespecíficos

Una de las principales razones del lento progreso en el mejoramiento genético de garbanzo, es el que los fitomejoradores en el pasado trabajaron con una base genética muy estrecha. En las últimas dos décadas, la situación ha cambiado, pues los mejoradores han tenido acceso a un mayor número de accesiones de germoplasma. Los científicos han encontrado que la colección mundial de garbanzo no contiene algunos genes valiosos,

como los que aportan tres o cuatro flores por pedúnculo o cuatro o cinco semillas por vaina, caracteres genéticos que sí están presentes en las especies silvestres de Cicer.

Van der Maesen (1972) reportó la existencia de 39 especies de Cicer, 31 de las cuales eran perennes y las 8 restantes anuales. Desde entonces, cuatro nuevas especies fueron descritas por van der Maesen en 1984. Ladinsky (1976) fue el primer investigador que tuvo éxito con la cruce entre C. arietinum y C. reticulatum. Otros investigadores no han podido producir ningún híbrido entre las especies cultivadas y las 41 especies silvestres. Es por eso que se deben desarrollar técnicas especiales que faciliten el cruzamiento entre las especies cultivadas y las silvestres, de tal modo que los genes útiles en las especies silvestres de garbanzo puedan ser transferidos a las especies cultivadas.

Recombinación interespecífica entre los tipos "desi" y "kabuli"

En la Primera Reunión Internacional de trabajo sobre mejoramiento de garbanzo, llevada a cabo en ICRISAT, India, en 1979, una sesión fue dedicada al mejoramiento del rendimiento por medio de recombinantes entre los tipos desi-kabuli. Cinco artículos científicos fueron presentados (Bahl, 1980; Haware et al., 1980; Hawtin y Singh, 1980; Jambunathan y Singh, 1980; Knights, 1980) y las principales conclusiones fueron:

1. Que muchos caracteres como el alto número de ramas primarias, tamaño grande de semilla, planta alta, tolerancia al frío y resistencia a Ascoquita, pueden ser transferidos del tipo "kabuli" al tipo "desi". Por otro lado, el tipo "desi" puede contribuir con buenos caracteres como: alto número de ramas secundarias, alto número de vainas por planta y semillas por vaina, tolerancia a la sequía y al calor, y resistencia a Fusarium oxysporum y F. solani.

2. El tamaño de la población F₂ ó F₃ para poder recuperar segregantes transgresivos, fueron tres o cuatro veces mayores que el tamaño requerido para los cruzamientos desi x desi o kabuli x kabuli.

3. El mejoramiento para rendimiento y otros caracteres fue más fácil conseguirlo, haciendo las siguientes cruces regresivas: (kabuli x desi) x kabuli o (kabuli x desi) x desi. Bahl en 1980, encontró segregación transgresiva (acción aditiva de genes) para los caracteres de precocidad, hábito de crecimiento determinado, índice de cosecha y plantas erectas.

4. El porcentaje de cáscara (pericarpio) en la semilla es más alto en el tipo de garbanzo

"desi" y entonces la recuperación de cotiledones divididos (el producto "dahl") es baja después de la molienda. El porcentaje de esta cáscara se puede reducir a través de cruza-
mientos entre los tipos desi-kabuli.

5. La resistencia a la marchitez causada por Fusarium, puede ser transferida del tipo "desi" al tipo "kabuli".

6. Finalmente, la introgresión de unos pocos genes específicos de un tipo de garbanzo a otro, puede obtenerse por el método convencional de retrocruzamiento.

Aún cuando ha habido mucha discusión sobre la transferencia de genes entre desi-kabuli, esta no ha sido ampliamente practicada por los fitomejoradores de garbanzo. Uno de los mayores problemas ha sido la baja recuperación del verdadero tipo "kabuli" de garbanzo como semilla grande en las recombinaciones de kabuli x desi. Esta recombinación interespecífica ha sido usada para transferir genes deseables de un tipo de garbanzo a otro, más que en el mejoramiento del factor rendimiento per se, lo cual fue la idea original. Sin embargo, en el estado de Punjab de la India, donde se hicieron cruzamientos desi x kabuli durante los últimos años de las décadas de 1950 y 1960, tres tipos de garbanzo "kabuli" (C-104, L-144, L-550) y uno del tipo desi (S-33) fueron desarrollados como nuevas variedades. Se puede concluir que los estudios de la recombinación interespecífica entre los tipos de garbanzo "desi" y "kabuli" necesitan ser ampliados por parte de los fitomejoradores.

Respuesta del garbanzo

Las variedades de garbanzo generalmente no responden a la aplicación de fertilizantes. Aparentemente, esta especie ha evolucionado agrónomicamente bajo la presencia de un mínimo de insumos en el suelo. Una forma de incrementar sustancialmente el rendimiento en los cultivos, es obteniendo variedades que respondan a los fertilizantes. Al respecto, el ICRISAT realizó un estudio donde 1.000 líneas fueron cultivadas con y sin fertilizantes durante la temporada 1974-75. Unas pocas líneas respondieron a la fertilización y fueron evaluadas nuevamente durante 1975-76 en parcelas con y sin fertilizante. Desafortunadamente, los resultados no fueron satisfactorios y los estudios tuvieron que suspenderse. Sin embargo, es conveniente continuar las investigaciones en esta área.

Respuesta del garbanzo a las aplicaciones de riego

El garbanzo es un cultivo tolerante a la sequía y generalmente es producido donde la precipitación anual es menor que 400 mm. Los fitomejoradores han enfocado sus estudios a formar nuevas variedades que respondan bien a estas condiciones semi-áridas. Es por ello que los cultivares mejorados no crecen bien en áreas con alta precipitación pluvial o bajo riego. En los años recientes, ha habido un incremento sustancial en muchos países de nuevas áreas con garbanzo bajo riego. Por ejemplo, esta especie es ahora cultivada exclusivamente bajo riego en Egipto y Sudán. En otros países como India, Paquistán, México y los E.U.A, una buena parte de la producción es sembrada bajo riego. Esto enfatiza la necesidad que existe en algunos países de formar nuevas variedades que respondan a la irrigación.

PROCESO DE EVALUACION DE GERMOPLASMA Y FORMACION DE NUEVAS VARIEDADES

Singh y Malhotra (1984), han descrito los procedimientos que se pueden seguir desde la evaluación inicial de germoplasma, ya sea introducido o procedente de cruzamientos, hasta el momento en que se seleccionan nuevas variedades para su producción comercial. Este procedimiento se describe a continuación en 8 etapas:

Etapa I. Observación de germoplasma

Cada entrada del germoplasma de garbanzo es sembrada en un surco individual de 2 a 4 m de largo para su observación. Es conveniente que una o dos variedades testigo se siembren cada 5 o 10 surcos. En caso de que hubiese dos variedades testigo, estas se deben alternar en el arreglo de la parcela.

Si se está buscando resistencia genética a alguna enfermedad en estas pruebas, entonces se deben crear condiciones epifitóticas para esa enfermedad. En estas pruebas, se deben seguir las prácticas culturales normales utilizadas en la región donde se está haciendo el estudio, por lo que respecta a fecha de siembra, fertilización, riegos, control de enfermedades, insectos y malezas. Algunos de los datos que se toman en esta evaluación de germoplasma son: fecha de emergencia, días al 50% de floración, arreglo de los tallos y ramas, hábito de crecimiento, altura de la planta, resistencia a enfermedades e insectos, número de vainas, peso de 100 semillas, tolerancia al frío/calor, uniformidad de la línea, días a la madurez, rendimiento y calidad de la semilla.

Las accesiones de garbanzo con el mejor rendimiento y adaptación son cosechadas. Otras líneas son cosechadas solamente si se les necesita para el programa de cruzamientos o para ser evaluadas en otra zona o para ser mantenidas en el banco de germoplasma.

Etapa II. Ensayo inicial del rendimiento (IYT)

Las accesiones que fueron seleccionadas y cosechadas en la prueba anterior, son las que se incluyen en este nuevo ensayo. Las accesiones ya se han reducido en número y son evaluadas en uno de los siguientes ensayos:

- a. Ensayo de una parcela grande (AD)
- b. Ensayo con parcelas repetidas (RRT).

Si el número de líneas relacionadas es grande, entonces es recomendable usar el ensayo (AD) en el cual no se tienen repeticiones. En cambio, en el ensayo (RRT) si se tienen tres o cuatro repeticiones. El largo del surco en ambos ensayos es de 4 ó 5 metros y se escoge un espaciamiento normal entre surcos. Se deben incluir también variedades testigo para su comparación. Respecto a las prácticas de cultivo y toma de datos de campo, se sigue el mismo procedimiento que en la Etapa I. La principal diferencia que se tiene en este ensayo inicial de rendimiento (IYT), es que aquí se analiza en forma estadística tanto el rendimiento como los demás resultados. Las líneas superiores en este ensayo, pasan a formar parte de los experimentos preliminares de rendimiento (PYT).

Etapa III. Experimentos preliminares de rendimiento (PYT)

Se conducen experimentos preliminares de rendimiento con repeticiones donde el número de surcos por parcela pueden ser tres o cuatro, la longitud del surco de 4 ó 5 metros y el número de repeticiones es de 3 o 4. Las prácticas culturales, la tomade notas de campo y el análisis de resultados, son iguales a los de la Etapa II. Solamente se seleccionan de un 10% a 40% de las líneas sobresalientes para ser evaluadas en los Experimentos Avanzados de Rendimiento (AYT).

Etapa IV. Experimentos Avanzados de Rendimiento (AYT)

Este experimento avanzado de rendimiento, es manejado en la misma forma que el (PYT), con excepción de que aquí se incluyen de 6 a 8 surcos por parcela y que la

longitud del surco es de 4 a 6 metros. Las líneas de garbanzo seleccionadas nuevamente por su mayor rendimiento, son evaluadas por sus características de calidad y solo aquellas de calidad aceptable se continúan evaluando.

Etapa V. Experimentos para analizar el rango de adaptación (AT)

Estos experimentos para buscar el rango de adaptación de las líneas más promisorias, son conducidos en varias localidades con diferentes condiciones agroecológicas. Estos experimentos son conducidos por 2 ó 3 años y al final de ellos se selecciona una o dos variedades altamente promisorias.

Etapa VI. Pruebas en fincas

Las pruebas en fincas de agricultores son también conducidas como "pruebas de verificación" o "parcelas de demostración". En estos estudios se evalúan una o dos variedades promisorias, usándose parcelas grandes, sin repeticiones y comparándose con una variedad local como testigo. Estos estudios son conducidos también en un alto número de sitios para cubrir un amplio rango de medioambientes. Uno de los principales objetivos de las pruebas en fincas es lograr atender los comentarios de los propios agricultores sobre las "variedades promisorias" que se están evaluando. En muchos países, las variedades promisorias se evalúan por dos o tres años en los campos de los agricultores y la variedad promisoriosa más aceptada es liberada como una nueva variedad comercial.

Etapa VII. Liberación de nuevas variedades

Una variedad promisoriosa puede entregarse a los agricultores como una nueva variedad comercial, solamente si es superior a los ya existente, ya sea en rendimiento en alguna característica específica que beneficiará tanto la producción como la comercialización y consumo de garbanzo en una zona, región o país determinado. A la nueva variedad liberada se le pone un nombre que se le promociona por diversos medios de difusión.

Etapa VIII. Multiplicación y distribución de semilla de las nuevas variedades

En muchos países existen agencias oficiales y/o privadas de certificación de semillas de cultivos básicos y en otros se están haciendo esfuerzos para crearlas. Generalmente, cuatro categorías de semilla mejorada son reconocidas: (i) semilla del fitomejorador; (ii) semilla básica; (iii) semilla registrada; y, (iv) semilla certificada (Hayes et al., 1955).

Aún cuando un científico es directamente responsable de la producción de la "semilla del fitomejorador", su responsabilidad continúa durante el período de distribución de esta semilla a los agricultores de modo que pueda seguir observando si se presenta algún problema con la pureza genética de la nueva variedad.

Muchas veces la "semilla del fitomejorador" de una nueva variedad, pierde algo de su pureza genética, debido a cruzamiento natural, mutaciones o mezcla mecánica. Esto implica la necesidad de que un científico verifique periódicamente la pureza genética de esas nuevas variedades. Para verificar esto, se deben sembrar en una parcela especial 2.500 semillas (categoría del fitomejorador) con suficiente espacio entre las plantas de garbanzo (45 x 20 cm) para poder observar cada planta individualmente.

En el caso de que se compruebe de que existe variación entre las plantas por algún carácter de la variedad (color de flor, tipo de planta, susceptibilidad, etc.), entonces se escogen 500 plantas fenotípicamente similares, sin variación en las características descritas para la nueva variedad. En la siguiente época de siembra, estas plantas se ponen en surcos y se hacen observaciones para eliminar cualquier planta que sea "fuera de tipo". Una vez que la parcela de observación y análisis de pureza ya no presente ninguna planta "fuera de tipo", entonces la semilla que se coseche ya habrá recuperado su pureza genética y la nueva variedad volverá a ser completamente uniforme.

LOS CENTROS INTERNACIONALES DE INVESTIGACION AGRICOLA EN SIRIA Y EN INDIA

Dos Centros Internacionales de Investigación Agrícola, el ICRISAT en India y el ICARDA en Siria, tienen proyectos de mejoramiento genético de garbanzo para beneficio de los países en desarrollo. El ICRISAT, dedica sus esfuerzos al mejoramiento del garbanzo tipo desi y el ICRISAT y el ICARDA, en un proyecto integrado, están trabajando conjuntamente en el mejoramiento del tipo de garbanzo kabuli.

Ambos centros están trabajando activamente para mejorar la producción del garbanzo en colaboración con los programas nacionales de los países. Dentro de las principales actividades se pueden mencionar las siguientes:

1. El ICRISAT ha reunido 12.000 accesiones de germoplasma de garbanzo tanto del tipo "desi" como del "kabuli", mientras que el ICARDA cuenta con 5.500 accesiones

del tipo "kabuli". Ambos centros han evaluado las accesiones de germoplasma por sus caracteres morfológicos y agronómicos y el ICARDA ha publicado y distribuido un catálogo con estas características. El germoplasma de garbanzo es distribuido gratuitamente por ambos centros, a los científicos que lo soliciten.

2. Ambos centros han organizado Ensayos Internacionales de Garbanzo, donde se evalúan poblaciones tempranas y avanzadas, cultivares avanzados en experimentos de rendimiento y líneas resistentes a enfermedades e insectos. Los programas nacionales de los países, pueden reforzar sus actividades de investigación obteniendo cualquier material de interés y también pueden usar estos ensayos para probar sus propios materiales internacionalmente.

3. Los centros organizan programas de capacitación en mejoramiento genético y otras áreas afines. Los cursos de capacitación pueden ser intensivos o abarcar varios meses y son organizados para científicos que se inician y para aquellos con experiencia. Los estudiantes reciben información muy útil debido a la amplitud de los programas y a las actividades multidisciplinarias que prevalecen en estos centros.

4. Los Centros organizan periódicamente conferencias-taller y publican y distribuyen las memorias. También han preparado bibliografías, boletines técnicos y libros sobre el garbanzo. Estas publicaciones son proporcionadas principalmente a los científicos que trabajan en los países en desarrollo, quienes a menudo tienen una mayor necesidad de información técnica.

5. El ICRISAT publica anualmente dos números de una Carta Informativa Internacional de Garbanzo, conteniendo artículos o reportes breves de investigación. Los científicos interesados pueden publicar algunos de sus trabajos sobre garbanzo en esta Carta Informativa.

ALGUNAS SUGERENCIAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN MEJORAMIENTO GENETICO

A continuación se indican algunas sugerencias para mejorar la eficiencia en el mejoramiento genético del garbanzo:

1. Los fitomejoradores de garbanzo deben interactuar con científicos de otras áreas de especialización como agrónomos, fitopatólogos, fisiólogos, bioquímicos y expertos en estadística y en control de malezas.

2. El fitomejorador debe conducir proyectos de investigación básica y de investigación aplicada. Se necesita identificar métodos de mejoramiento más adecuados, para el manejo de diferentes caracteres bajo diferentes condiciones.
3. Las enfermedades en garbanzo causan severas pérdidas de rendimiento cada año, pero poco se conoce acerca de las razas fisiológicas o de las correspondientes fuentes de resistencia. Se requiere hacer más investigación para obtener líneas con resistencia a más de una enfermedad mayor.
4. Existen brechas entre el potencial de rendimiento y el rendimiento experimental por un lado, y entre el rendimiento experimental y el rendimiento comercial de las fincas, por otro. Se deben hacer mayores esfuerzos para entender la magnitud de estas brechas y cómo se pueden reducir.
5. Uno de los principales factores limitantes de la producción en garbanzo ha sido la reducida biomasa en la mayoría de las situaciones. Nadie ha investigado en detalle cómo incrementar esta biomasa y el potencial de rendimiento. Fray (1983), trabajando con otros cultivos, reportó incrementos en biomasa y el potencial de rendimiento, con la introducción de germoplasma exótico de otras latitudes en las líneas mejoradas avanzadas de avena, cebada, sorgo y milo. Sería adecuado una estrategia como esta en garbanzo?
6. Algunos resultados iniciales se han reportado sobre el cultivo de células y tejidos, fusión de protoplasmas e ingeniería genética (Gamborg, 1974; Bajaj, 1980; Khan y Ghosh, 1983). El uso de estas técnicas, incluyendo el cultivo de anteras, debe ser evaluado en garbanzo.
7. Estudios conducidos en el ICARDA, Siria, demostraron que los garbanzos sembrados en invierno fijaron 85 kg N ha a través de la simbiosis; mientras que el garbanzo sembrado en primavera fijó solamente 45 kg/ha. La pregunta es si se pueden tomar nuevas variedades de garbanzo que sean más eficientes en la fijación del nitrógeno atmosférico?
8. El garbanzo no desarrolla bien en suelos salinos, existiendo la necesidad de investigar por qué algunas líneas parecen ser tolerantes a la salinidad.
9. En la mayoría de los países en desarrollo existen ciertas deficiencias como la falta de fitomejoradores de garbanzo bien entrenados y con experiencia; también la falta de facilidades como equipos de siembra y trilladoras. Se espera que estas necesidades se superen en el futuro.

CONCLUSIONES

El incremento de rendimiento en garbanzo ha sido la principal meta en su mejoramiento genético. El mejoramiento por resistencia a enfermedades, tamaño de semilla, tipo alto de planta y tolerancia a sequía, han sido otras consideraciones importantes.

Los esfuerzos en el mejoramiento genético del garbanzo han resultado en la formación de 159 variedades entre 1926 y 1983 en 19 países. La adopción de estas nuevas variedades mejoraría el rendimiento en muchos países donde el promedio de rendimiento ha permanecido estático durante los últimos 30 años.

El incremento de la biomasa y el mejoramiento del índice de cosecha se visualizan como formas para incrementar el rendimiento en garbanzo. La hibridación interespecífica, la introgresión de los tipos desi x kabuli, el desarrollo de plantas de tipo alto y la obtención de líneas que respondan al riego y a la fertilización, son algunos procedimientos para incrementar la biomasa, lo cual permitiría lograr un mejoramiento en los índices de cosecha.

Se han logrado progresos en el desarrollo de cultivares que resisten a un solo patógeno. Si el mejoramiento por resistencia a enfermedades ha de contribuir a la estabilidad de la producción en garbanzo, entonces el mejoramiento para una resistencia múltiple a enfermedades o a las razas de un patógeno, debe ser de alta prioridad.

Las grandes colecciones de germoplasma reunidas en los últimos años, deben ser explotadas al máximo en los programas de mejoramiento. El desarrollo de esterilidad masculina en garbanzo, ayudará a incrementar la utilización de más germoplasma exótico. También, modificaciones en los métodos de mejoramiento y de selección, que mejor se acomoden a una serie de condiciones particulares, aumentará la eficiencia de resultados en los fitomejoradores. Considerando la importancia del cultivo, el soporte nacional e internacional que ha recibido últimamente el cultivo y el progreso que se ha logrado en la investigación, aseguran un buen futuro a los trabajos que se realicen sobre mejoramiento genético.

BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, R.W. 1960. *Principles of Plant Breeding*. John Wiley and Sons. Inc., New York, pp. 485.
2. ALLARD, R.W. and BRADSHAW, A.D. 1964. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. *Crop. Sci.* 4: 503-508.
3. ALLARD, R.W. and HANSCHKE, P.E. 1964. Some parameters of population variability and their implications in plant breeding. *Advances in Agron.* 16: 281-325.
4. ASLAM, M. 1984. A review of research studies on chickpea blight fungus in Pakistan. Pages 237-246. *In: M.C. Saxena and K.B. Singh eds. Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas*. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.
5. AUCLAND, A.K. and van der MAESEN, L.J.G. 1980. Chickpea. Pages 249-259. *In: W.R. Fehr and H.H. Hadley, eds. Hybridization of Crop Plants*, American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA.
6. AUSTIN, R.B. *et al.* 1980. Genetic improvement in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. *J. Agric. Sci.* 94: 675-689.
7. AYYAR, V.R. 1933. Occurrence of sterile in Bengal gram (*Cicer arietinum*). *Madras Agric. J.* 21: 392-393.
8. AYYAR, V.R. and IYER, R.B. 1936. A preliminary note on the mode of inheritance of reaction to wilt in *Cicer arietinum*. *Proc. Indian Academy Sciences* 3: 438/443.
9. BAHL, P.N. 1980. Kabuli-desi introgression and genesis of new plant type in chickpea. Pages 75-80. *In: Proc. Workshop on Chickpea Improvement*. ICRISAT, 28 feb.-2 mar. 1979. Hyderabad, India.
10. BAHL, P.N. and GOWDA, C.L.L. 1975. Pod setting in crosses of Bengal gram. *Indian J. Genet. Pl. Breed.* 35(1): 13-16.
11. BAHL, P.N. and JAIN, H.K. 1977. Association among agronomic characters and plant ideotype in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Z. Pflanzensuchung*. 79. 154/159.
12. BAHL, P.N. *et al.* 1979. Breeding for improved plant architecture and high protein

yields. In: Seed Protein Improvement in Cereals and Legumes. IAEA publication 1: 297-307.

13. **BAHL, P.N., SINGH, K.P. and SINGH, D. 1984. Evaluation of tall chickpea genotypes for normal and late sowings. Indian J. Agric. Sci. 54(2): 110-113.**
14. **BAJAJ, Y.P.S. 1980. Prospects and potentials of tissue culture in crop improvement. Pages 396-405. In: K.S. Gill, ed. Breeding Methods for the Improvement of Pulse Crops. Punjab Agric. Univ., Ludhiana, India.**
15. **BRIGGS, F.N. and KNOWLES, P.F. 1967. Introduction to Plant Breeding. Reinhold Publ. Corp., New York. pp. 426.**
16. **BRIM, C.A. 1966. A modified pedigree method of selection in soybeans. Crop Sci. 6: 220.**
17. **BRIM, C.A. and STUBER, C.W. 1973. Application of genetic male sterility to recurrent selection schemes in soybeans. Crop Sci. 13: 528-530.**
18. **BYTH, D.E., GREEN, J.M. and HAWTIN, G.C. 1980. ICRISAT/ICARDA chickpea breeding strategies. Pages 11-27. In: Proc. Inter. Workshop on Chickpea Improvement. ICRISAT. 28 feb. - 2 mar. 1979. Patancheru, India.**
19. **CHANDRA, S., KISHORE, C. and MALIK, B.P.S. 1975. Relative variability of pure lines, varietal mixtures and segregating populations of chickpea (Cicer arietinum L.). Indian J. Agric. Res. 9: 15-24.**
20. **DAHIYA, B.S. et al. 1983. Early generation yield testing vs. visual selection in chickpea (Cicer arietinum L.). Proceedings, XV International Congress of Genetics, New Delhi, 12-21 dec. 1983. Abstract N^o 942 Oxford and IBH Publishing Company, New Delhi, India.**
21. **DANI, R.G. and MURTY, B.R. 1982. Genetic analysis of biology of adaptation in chickpea. Indian J. Genet. Pl. Breed. 42: 183-195.**
22. **DEMETRIADES, S.D. et al. 1959. [Brief reports on the principal plant diseases observed in Greece during the year 1958] Ann. Int. Phytopath. Benaki, N.S., 2(1): 2-11. (Fr.).**
23. **DUNCAN, W.G. et al. 1978. Physiological aspects of peanut yield improvement. Crop Sci. 18: 1015-1020.**

24. DUVICK, D.N. 1966. Influence of morphology and sterility on breeding methodology. Pages 85-138. In: K.J. Frey, ed. Plant Breeding. Iowa State University, Ames, Iowa.
25. EBERHART, S.A. and RUSSELL, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.* 6:36-40.
26. ESER, D. 1976. |Heritability of some important plant characters, their relationship with plant yield and inheritance of Ascochyta blight resistance in chickpea (Cicer arietinum L.) | Ankara University Ziraat Fakultesiyayinlari 620. 40 pp. (Turk). Finley, K.W. and Wilkinson, G.W. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programe. *Aust. J. Agr. Res.* 14: 742-754.
27. FAO. 1982. *Production Year Book*.
28. FREY, K.J. 1983. Genes from wild species for improving cereal production. Pages 119-120. In: XV International Congress of Genetics, New Delhi, India 12-21. Dec. 1983. Symposia Session: New approaches to plant genetics and breeding. Oxford & IBH Publishing Company. New Delhi, India. (Abstr.).
29. GAMBORG, O.L. 1974. Protoplast and cell methods in somatic hybridization in higher plants. *Can. J. Genet. Cytol.* 16: 737-750.
30. GREWAL, J.S., PAL, M. and KULSHRESTHA, D.D. 1974. Fungi associated with gram wilt. *Indian J. Genet. Pl. Breed.* 34: 242-246.
31. HAFIZ, A. and ASHRAF, M. 1953. Studies on the inheritance of resistance to mycosphaerella blight in gram. *Phytopathology* 43: 580-581.
32. HAQ, M.A. et al. 1984. Induction of Ascochyta blight resistance in chickpea through induced mutations. In: Proc. 4th FAO/IAEA Research Coordination Meeting on the Use of Induced Mutations for Improvement of Grain Legume Production, Faisalabad, 3-7 mar. 1984.
33. HARRINGTON, J.B. 1937. The mass-pedigree method in the hybridization improvement of cereals. *J. Amer. Soc. Agron.* 34: 270-274.
34. HAWARE, M.P. and NENE, Y.L. 1982. Races of Fusarium oxysporum f. sp. ciceri. *Plant Disease* 66: 809-810.
35. HAWARE, M.P., KUMAR, J. and REDDY, M.V. 1980. Disease resistance in kabuli-

- desi introgression. Pages 67-69. *In: Proceedings of the International Workshop on Chickpea Improvement. ICRISAT 28 feb, - 2 mar. 1979, Hyderabad, India.*
36. HAWTIN, G.C. and SINGH, K.B. 1980. *Kabuli-desi introgression: Problems and prospects. Pages 51-60. In: Proceedings of the International Workshop on Chickpea Improvement. ICRISAT. Hyderabad, India.*
 37. HAWTIN, G.C. and SINGH, K.B. 1984. *Prospects and potential of winter sowing of chickpeas in the Mediterranean region. Pages 7-16. In: M.C.Saxena and K.B. Singh, eds. Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. The Hague, The Netherlands.*
 38. HAYES, H.K., IMMER, F.R. and SMITH, D.C. 1955. *Methods of Plant Breeding. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York. pp. 551.*
 39. ICARDA. 1982. *Chickpea Pathology Progress Report. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. Aleppo, Syria. 75 pp.*
 40. ICARDA. 1984. *Nematode problems of chickpea. Progress Report 1983/84. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Aleppo, Syria. 14 pp.*
 41. ICRISAT. 1981. *ICRISAT Annual Report 1981. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, A.P., India. 364 pp.*
 42. ICRISAT. 1982. *ICRISAT Annual Report 1982. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Patancheru, A.P., India. 416 pp.*
 43. ICRISAT. 1983. *ICRISAT Annual Report 1983. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Patancheru, A.P., India. 370 pp.*
 44. JAIN, H.K. 1971. *New plant types in pulse. Indian Farming 21(8): 9-10.*
 45. JAMBUNATHAN, R. and SINGH, U. 1980. *Studies on desi and kabuli chickpea (Cicer arietinum L.) cultivars. I. Chemical composition. Pages 61-66. In: Proc. Intern. Workshop on Chickpea Improvement. ICRISAT. Hyderabad, India.*
 46. KHAN, S.K. and GHOSH, P.D. 1983. *In vitro induction of androgenesis and organogenesis in Cicer arietinum L. Curr. Sci. 52: 891-893.*
 47. KHARKWAL, M.C. 1983. *Mutation breeding for chickpea improvement. Intern. Chickpea Newsletter 9: 4-5.*

48. KISHORE, G. 1974. Quantitative variation in segregating, non-segregating and multiline populations of gram (Cicer arietinum L.). M.Sc. Thesis. HAU, Hissar, India.
49. KNIGHTS, E.J. 1980. Desi-kabuli introgression: The experience in Australia. Pages 70-74. In: Proc. Intern. Workshop on Chickpea Improvement. ICRISAT. Hyderabad, India.
50. KOVACHEVSKI, I.C. 1936. |Parasitic fungi new for Bulgaria. Fourth contribution|. Trav. Soc. Bulg. Sci. Nat. 27:13-24. (Bulg.).
51. KUMAR, J. and HAWARE, M.P. 1982. Inheritance of resistance to Fusarium wilt in chickpea. Phytopathology 72: 1035-1036.
52. LABROUSE, F. 1930. Anthracnose of the chickpea (Cicer arietinum L.) Rev. Path. Veg. et Ent. Agr. 27: 174-177. (Fr.).
53. LADIZINSKY, G. 1976. Genetic relationships among the annual species of Cicer L. Theoretical and Applied Genetics 48: 197-203.
54. LAL, S. et al. 1973. Improvement in gram through pedigree method of breeding. Pages 70-80. In: Proceedings Tenth Workshop on Rabi Pulses, AICRPP (ICAR), held at Bose Institute, 10-14 sept. Calcutta, ICAR, New Delhi, India.
55. LOPEZ, G.H. 1974. Inheritance of the character resistance to wilt (Fusarium sp.) in chickpea (Cicer arietinum) under field conditions. Agri. Tec. Mex. 3: 286/289.
56. MURTY, B.R. 1975. Biology of adaptation in chickpea. Pages 239-251. In: Proceedings International Workshop on Grain Legumes, ICRISAT, Hyderabad, India.
57. NENE, Y.L. 1980. A world list of pigeonpea (Cajanus cajan (L.) Millsp.) and chickpea (Cicer arietinum L.) pathogens. ICRISAT. Pathology Progress Report 8, 14pp.
58. NENE, Y.L. 1984. A review of ascochyta blight of chickpea (Cicer arietinum L.). Pages 17-34. In: M.C. Saxena and K.B. Singh, eds. Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.
59. NENE, Y.L. et al. 1980. Review of the work done at ICRISAT on soil-borne diseases of pigeonpea and chickpea. In: Proceedings of the Consultant's Group Discussion

on the resistance to soil-borne disease of legumes. 8-11 jan. 1979. ICRISAT, Hyderabad, India.

60. NENE, Y.L., HAWARE, M.P. and REDDY, M.V. 1981. Chickpea diseases: resistance screening techniques. Information Bulletin N^o 10, ICRISAT, Patancheru, India.
61. PARC. 1981. 1980-81 Annual Report on Food Legume Improvement in Pakistan. Pakistan Agricultural Research Council, Islamabad.
62. PATHAK, M.M., SINGH, K.P. and LAL, S.B. 1975. Inheritance of resistance to wilt (Fusarium oxysporum f. sp. ciceri) in gram. Indian J. Farm Science 3: 10-11.
63. PUERTO ROMERO, J. 1964. (Gram blight: isolation of the fungus P. rabiei and the study of grain varieties possibly resistant to it.) Boln. Patol. Veg. Ent. Agr. 27: 15-52. (sp.).
64. RAMANUJAM, S. et al. 1973. Adaptability studies on rabi pulses. Pages 39-47. In: Proceedings Tenth Workshop on Rabi Pulses, AICRPP (ICAR), held at Bose Institute, 10-14 sept. Calcutta. ICAR, New Delhi, India.
65. RAO, C.J. and SUBRAMANYAM, P. 1934. A note on the occurrence of sterility in Bengal gram (Cicer arietinum). Madras Agric. J. 22: 187.
66. RETIG, G. 1971. (Hybridization methods in chickpea (Cicer arietinum L.). 2. Crossing without emasculation.) I. J. Agric. Res. 21(3): 133.
67. RUKMANSKI, G. and RADKOV, P. 1979. (Agronomic and biological characteristics of some mutant forms of chickpea). Rasteniiev'd Nauki 16: 51-58.
68. SANDHU, T.S. et al. 1981. Reaction of certain chickpea varieties to Meloidogyne incognita. Indian J. Nematol. 11: 86-87.
69. SAXENA, N.P. 1979. Response to plant population density, Intern. Chickpea Newsletter 1:6.
70. SETHI, S.C. 1979. Male sterility. Chickpea Newsletter 1: 4.
71. SETHI, S.C. et al. 1981. Photoperiodic response and accelerated generation turnover in chickpea. Field Crops Res. 4: 215-225.

72. SEWACH, S.S., CHAUDHARY, B.D. and SINGH, V.P. 1983. Mixing ability and compatibility studies in varietal mixtures of chickpea. Proc., XV International Congress of Genetics. New Delhi, 12-21 Dec. Abstract No 1183. Oxford & IBH Publishing Company. New Delhi, India.
73. SHAIKH, M.A.Q. *et al.* 1982. A high yielding and high protein mutant of chickpea (Cicer arietinum L.) derived through mutation breeding. *Environmental and Experimental Bot.* 22: 483-489.
74. SHAKOOR, A., HAQ, M.A. and SIDIQ, M. 1978. Induction of upright and compact plant type mutants in chickpea (Cicer arietinum L.). *Mutation Breeding Newsletter II: International Atomic Energy Agency. Vienna, Austria.*
75. SHELDRAKE, A.R., SAXENA, N.P. and KRISHNAMURTHY, L. 1979. The expression and influence on yield of the double-podded character in chickpeas (Cicer arietinum L.). *Fields Crops Research* 1: 243-253.
76. SINDHU, J.S., SINGH, K.P. and SLINKARD, A.E. 1983. Inheritance of resistance to *Fusarium* wilt in chickpea. *J. Hered.* 74:68.
77. SINGH, D. and SHYAM, R. 1958. Sterility in gram (Cicer arietinum). *Curr. Sci.* 27: 491-492.
78. SINGH, K.B. and AUCKLAND, A.K. 1975. Chickpea breeding at ICRISAT. Pages 3-13. *In: Proc. Intern. Workshop on Grain Legumes, ICRISAT, Hyderabad, India.*
79. SINGH, K.B. 1986. Chickpea breeding. Pages 127-162. *In: M.C. Saxena and K.B. Singh eds. The chickpea. Commonwealth Agricultural bureaux. Slough, U.K.*
80. SINGH, K.B. and DAHIYA, B.S. 1973. Breeding for wilt resistance in Bengal gram. Pages 13-14. *In: Proc. Symposium on the Wilt Problem and Breeding for Wilt Resistance in Bengal Gram. Indian Agricultural Research Institute. New Delhi, India (Abstr.).*
81. SINGH, K.B. and MALHOTRA, R.S. 1984. Exploitation of chickpea genetic resources. Pages 124-130. *In: J.R. Witcombe and W. Erskine, eds. Genetic Resources and Their Exploitation Chickpeas, Faba Beans and Lentils. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. Hague, The Netherlands.*
82. SINGH, K.B. and REDDY, M.V. 1983. Inheritance of resistance to ascochyta blight

in chickpea. *Crop. Sci.* 23: 9-10.

83. SINGH, K.B., TUWAFE, S. and KAMAL, M. 1980. Factors responsible for tallness and low yield in tall chickpea: suggestions for improvement. *Intern. Chickpea Newsletter* 2: 5-7.
84. SINGH, K.B. *et al.* 1981. Resistance in chickpeas to Ascochyta rabiei. *Plant Dis.* 65: 586-587.
85. SINGH, K.B., MALHOTRA, R.S. and WITCOMBE, J.R. 1983. *Kabuli Chickpea Germplasm Catalog*. ICARDA, Aleppo, Syria. 284 pp.
86. SINGH, K.B., GRIDLEY, H.E. and HAWTIN, G.C. 1984a. *Estrategy for breeding ascochyta blight resistant cultivars*. Pages 95-110. *In*: M.C. Saxena and K.B. Singh, eds. *Ascochyta Blight and Winter Sowing of Chickpeas*. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.
87. SINGH, K.B., MALHOTRA, R.S. and MUEHLBAUER, F.J. 1984b. *An Annotated Bibliography of Chickpea Genetics and Breeding 1915-1983*. ICARDA/ICRISAT joint publication, Aleppo, Syria. 195 p.
88. SINGH, K.B., REDDY, M.V. and NENE, Y.L. 1984c. *International testing of chickpeas for resistance to Ascochyta blight*. *Plant Disease* 68: 782-784.
89. SINGH, K.B., REDDY, M.V. and MALHOTRA, R.S. 1985. *Breeding kabuli chickpeas for high yield, stability and adaptation*. Pages 71-90. *In*: M.C. Saxena and S. Varma, eds. *Proc. Faba Beans, Kabuli Chickpeas, and Lentils in the 1980s*. ICARDA, Aleppo, Syria.
90. SINGH, N.B. and KHALID, M. 1982. *Performance of chickpea cultivar mixtures*. *Intern. Chickpea Newsletter* 6: 9-10.
91. SINGH, O. 1984. *Multiseeded short-and medium-duration chickpea lines developed at ICRISAT*. *Intern. Chickpea Newsletter* 11: 17-18.
92. SINHA, S.K. *et al.* 1981. *Comparison of physiological and yield characters in old and new wheat varieties*. *J. Agric. Sci. Cambridge Univ. Press*.
93. SUMMERFIELD, R.J. *et al.* 1981. *Adaptation to contrasting aerial environments in chickpea (Cicer arietinum L.)*. *Trop. Agric.* 58: 97-113.

94. SWAMINATHAN, M.S. 1972. Basic research needed for further improvement of pulse in southeast Asia. Pages 61-68. *In*: Milner, M. ed. *Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding*. Protein Advisory Group, United Nations, New York.
95. TAI, G.C.C. 1971. Genotypic stability analysis and its implication to potato regional trials. *Crop. Sci.* 11: 184-190.
96. TOMAR, G.S. *et al.* 1973. Phenotypic stability of yield and some seed characteristics in Bengal gram (*Cicer arietinum* L.) varieties. *JNKVV Res. J.* 7: 35-39.
97. UPADHYAYA, H.D. *et al.* 1983a. Resistance to wilt in chickpea. I. Inheritance of late wilting in response to race 1. *Euphytica* 32: 447-452.
98. UPADHYAYA, H.D. *et al.* 1983b. Resistance to wilt in chickpea. II Further evidence for two genes for resistance to race 1. *Euphytica* 32: 749-755.
99. VAN DER MAESEN, L.J.G. 1984. Taxonomy, distribution and evolution of chickpea. Pages 95-104. *In*: J.R. Witcombe and W. Erskine, eds. *Genetic Resources and their Exploitation - Chickpeas, Faba Beans and Lentils*. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. The Hague, The Netherlands.
100. VAN DOBBEN, W.H. 1962. Influence of temperature and light conditions on dry matter distribution, development rate, and yield in arable crops. *Neth. J. Agric. Sci.* 10: 377.
101. VIR, S. GREWAL, J.S. and GUPTA, V.P. 1975. Inheritance of resistance to ascochyta blight in chickpea. *Euphytica* 24: 209-211.



RECURSOS GENETICOS DEL HABA

R.S. Malhotra *

INTRODUCCION

El origen del haba, Vicia faba, no se ha definido claramente hasta la fecha y sus ancestros inmediatos no se conocen. Como el haba no produce híbridos fértiles con ninguna otra especie y su fuente de genes se restringe a ella misma, el uso de otras especies de Vicia como fuente alterna de genes para el mejoramiento genético, es considerado poco factible (Cubero, 1984).

El trabajo más completo con respecto a la variabilidad genética en haba, es aquel de Muratova (1931). Sin embargo, su estudio se concentró en pocos parámetros básicos. Ninguna región en el mundo puede ser considerada como el centro principal de diversidad genética. Tanto Europa, Norte de Africa, Suroeste de Asia, India y China, todos son igualmente importantes. El material germoplásmico que se encuentra fuera de estas áreas como en América Central, Sur América y Australia, es probablemente de origen reciente y por eso no incluye cultivares primitivos. Estos cultivares mejorados de haba son generalmente parte de las colecciones de trabajo de los fitomejoradores y, como tales, no se encuentran amenazados por la erosión genética.

COLECCIONES EXISTENTES

Cuadro 1. Países con los mayores Bancos de Germoplasma de haba.

Instituto	País	Nº accesiones
ICARDA, Aleppo	Siria	1931 <u>V. faba</u>
N.I. Vavilov IAPI, Leningrado	Rusia	2525 <u>V. faba</u> **
GL, CNR, Bari	Italia	1469 <u>V. faba</u>
ZGK, Gatersleben	Alemania Democrática	786 <u>V. faba</u>
SVP, Wageningen	Holanda	700 <u>V. faba</u>
PBRICL, Tumenice	Checoslovaquia	500 <u>V. faba</u>
IPP, Brounschweig	FRG	804 <u>V. faba</u>

* Científico de Ensayos Internacionales. ICARDA. Casilla 5466. Aleppo, Siria.

** El número de subespecies de V. faba es desconocido.

Los países que tienen las colecciones más grandes de germoplasma de haba, se encuentran en el Directorio de Colecciones de Germoplasma de Leguminosas de Grano (Ayad y Anishetty, 1980) lo cual se resume en el Cuadro 1. Esta lista, sin embargo, no es completa y necesitará de una futura revisión.

Respecto a la colección de germoplasma que se mantiene en los bancos del ICARDA, en Braunschweig y en Bari, esto se resume en el Cuadro 2. De estos datos, es claro que ciertos países aún cuando cuentan con tipos criollos de haba, no están incluidos. Ejemplo de esto son los países de Irán, China e India.

Cuadro 2. Procedencia de las accesiones de haba concentradas en ICARDA, Bari, Braunschweig (BGRC) y Gatersleben (ZGK). Area bajo producción en varios países.

País	Nº de accesiones				Area de habas 1986 (1.000 ha)
	ICARDA	Bari	BGRC	ZGK	
Afganistán	98	72	13	6	n.d +
Algeria	21	34	--	--	46
Argentina	1	--	1	--	1
Australia	2	--	4	2	n.d
Austria	1	--	--	1	n.d
Bangladesh	2	--	--	--	n.d
Bélgica	--	--	--	1	n.d
Bolivia	1	--	1	--	11
Brasil	--	--	--	--	173
Bulgaria	--	122	--	4	n.d
Canadá	2	122	--	--	n.d
China	9	7	--	6	2200
Colombia	14	--	--	--	n.d
Chipre	--	103	--	--	3
Checoslovaquia	--	--	8	25	41
Rep. Dominicana	--	1	--	--	9
Ecuador	13	--	--	--	8
Egipto	57	85	211	28	105
Etiopía	370	95	211	73	325
Finlandia	11	--	1	4	n.d
Francia	9	10	2	15	21
Alemania Dem.	--	--	--	11**	6
Alemania Fed.	257	--	17	12**	4
Grecia	25	55	6	43	6
Guatemala	--	--	--	--	20
Holanda	33	19	3	15	n.d
Hungría	10	66	--	2	n.d
India	9	6	1	3	n.d
Irán	13	9	4	2	n.d
Iraq	57	52	5	1	16

Continuación Cuadro 2...

País	Nº de accesiones				Area de habas 1986 (1.000 ha)
	ICARDA	Bari	BGRC	ZGK	
Italia	48	247	12	151	162
Japón	5	4	4	--	1
Jordania	18	3	1	--	n.d
Líbano	30	30	--	--	(1)
Libia	--	--	--	--	7
México	1	--	1	--	46
Mongolia	--	--	--	1	n.d
Moroco	15	31	109	12	130
Nepal	1	--	2	--	n.d
Paquistán	7	3	1	--	n.d
Paraguay	--	--	--	--	16
Perú	2	--	1	4	23
Polonia	12	1	4	71	n.d
Portugal	5	5	--	1	31
Rumania	--	--	16	--	n.d
España	77	107	6	103	63
Africa del Sur	1	--	--	--	n.d
Sri-Lanka	2	--	--	--	n.d
Sudán	35	22	--	4	17
Suecia	10	4	1	1	n.d
Suiza	1	--	3	3	n.d
Siria	62	32	4	3	8
Tunisia	49	54	2	1	77
Turquía	120	72	19	16	30
Inglaterra	88	56	11	32	(40)
Uruguay	1	--	--	--	n.d
E.U.A.	2	2	1	--	n.d
Rusia	21	6	21	47	n.d
Yemen	6	26	18	--	n.d
Yugoeslavia	14	17	10	6	n.d
Norte de Europa	88	--	--	--	n.d
Otros	199	2	69	30***	n.d
Total	1929	1461	804	786**	n.d

* FAO. Production Year Book. 1986.

** + 48 como procedentes de "Alemania".

*** Incluye 7 de América Latina y 8 mutantes.

+ n.d = datos no disponibles.

Un número de accesiones procedentes de diferentes países se correlacionan mucho en sus características. Debe haber una gran cantidad de duplicaciones, aunque en el caso de las colecciones de los bancos de Braunschweig e ICARDA, no ha habido un intercambio directo de semillas entre ellos.

Los datos que describen las colecciones (descriptores) son incompletos. En la mayoría de las colecciones de germoplasma, se encuentran muchas accesiones en las cuales no existe aún el nombre del país. Debido a este problema, y a lo incompleto de los datos de evaluación, no es posible describir todavía las principales características del material germoplásmico de acuerdo al país de origen. Aún cuando esta información siempre es de gran utilidad, no está disponible en el caso de todos los cultivos.

VIAJES DE EXPLORACION PARA REALIZAR COLECCIONES

Recientes expediciones de colección de habas se han llevado a cabo en Chipre, Egipto y Afganistán. En años pasados, las recolecciones de haba han sido hechas en el Mediterráneo por el Laboratorio de Germoplasma en Bari, Italia y en Etiopía por el Centro de Recursos Genéticos de ese país.

Las colecciones hechas por el Laboratorio de Bari, incluyó los países de Argelia (47 accesiones) en 1976, Grecia, España y Tunisia (con 23, 31 y 18 accesiones respectivamente) en 1977 y Creta (38 accesiones) en 1978.

En Chipre en 1980, el Instituto de Investigación Agrícola en colaboración con la FAO y el IBPGR, coleccionó 98 accesiones de haba (Della, 1981). Noventa y cinco colecciones han sido hechas en Egipto en 1978 por el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (Badra, 1978 y M.M.F., Abdalla, comunicación personal). Una de las mayores colecciones fue realizada en 1979, cuando se colectaron 200 muestras en todas las regiones de Egipto. Se han enviado duplicados de estas colecciones al banco de Braunschweig para su almacenamiento a largo plazo. En Afganistán en 1974, se hicieron 50 colecciones (Solh et al., 1974).

Otras colecciones más extensivas de haba ya se han hecho, pero el material no ha sido distribuido fuera del país donde se colectó.

El ICARDA está tratando de estimular, con la asistencia del IBPGR, la recolección

de germoplasma de haba en India y en otras regiones donde se han hecho exploraciones completas.

MULTIPLICACION Y REJUVENECIMIENTO DE GERMOPLASMA DE HABA

La existencia de polinización cruzada parcial en el haba, tiene importantes consecuencias genéticas y afecta al método de mantenimiento de su germoplasma.

De ahí que la propia identidad de las accesiones se pierde de acuerdo con la cantidad de intercrucamiento (cruzamiento entre plantas de una misma accesión). A su vez, esto depende de la tasa de cruzamiento natural y del grado de aislamiento entre la siembra de las colecciones. Un ejemplo extremo de la falta de aislamiento sería cuando cada planta de una colecta está totalmente rodeada por un material extraño, de modo que la tasa de intercrucamiento aquí sería igual a la de cruzamiento natural. En la práctica, debido a que las plantas de una accesión están siempre plantadas juntas en surcos o parcelas, el intercrucamiento es siempre menor que el cruzamiento abierto o natural.

Normalmente la tasa máxima posible de intercrucamiento entre dos cultivares será alrededor de la mitad de la tasa de cruzamiento abierto, ya que al menos el 50% de las plantas vecinas serán miembros del mismo cultivar o accesión. Aquí se tiene entonces una tasa máxima de 50% de intercrucamiento (la mitad de la máxima tasa de cruzamiento abierto de 100%).

Se podría analizar un modelo simple en el cual dos accesiones de haba difieren completamente en un LOCUS simple, de modo que la diferencia inicial en la frecuencia de genes será de 1. Aún en los casos extremos de tener un 50% de intercrucamiento, se llevarán seis generaciones en siembras para que las dos accesiones lleguen a ser idénticas (Figura 1). Sin embargo, después de tres generaciones de intercrucamiento, la diferencia en la frecuencia de genes en este LOCUS se reduce de 1 a 0.1.

En el caso de la especie de haba, el flujo de genes será siempre mucho menor que el 50%, ya que las tasas de cruzamiento natural son menores del 100%. Otras formas de siembra deben ser diseñadas de modo que haya siempre la mayor separación posible entre las accesiones. El progreso hacia la uniformidad genética cuando se tiene el 10% o el 25% de intercrucamiento se muestra en la Figura 1. Se puede ver que cuando el intercrucamiento se reduce, se requieren más generaciones para que las accesiones lleguen

a ser idénticas o genéticamente uniformes.

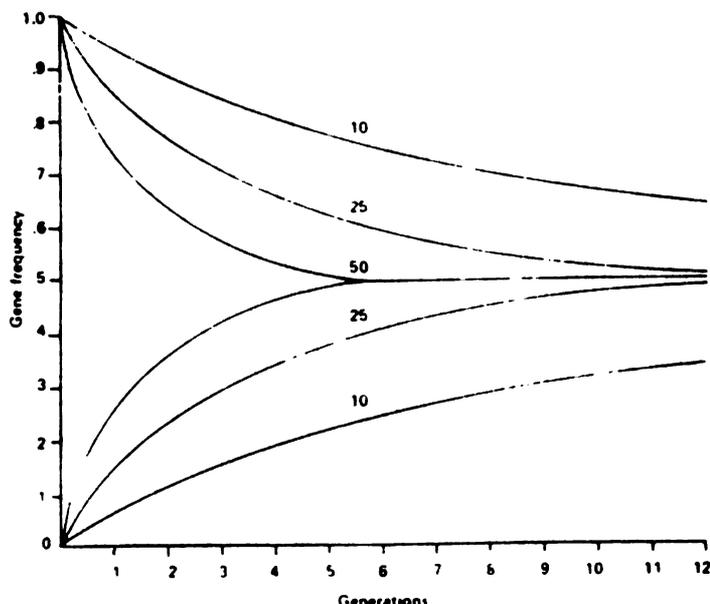


Figura 1. Número de generaciones que requieren dos poblaciones (con diferencia de un gene) para llegar a ser idénticas con intercambios de 10, 25 y 50%.

Otra situación se tendría cuando una accesión o colección difiere de otras por tener un alelo A en un locus particular. Asumiendo que esta accesión "ejemplo" tiene el alelo único 'A' en una frecuencia de 1, el intercambio con otras accesiones sería a una tasa del 10%. Después de una generación de intercambio, el alelo 'A' se encontraría ya incorporado en otras accesiones y podría estar presente en el polen extraño (de otras accesiones) para intercruzarse con la accesión "ejemplo". Sin embargo, esta posibilidad se descarta, ya que el alelo está presente en una frecuencia muy baja. Bajo las condiciones mencionadas, ese alelo se pierde lentamente de la población (Figura 2). Este alelo se encontraría todavía presente en una frecuencia de 0.1 después de 21 generaciones, aunque tendría un gran riesgo de perderse debido a desviaciones al azar. Más aún, si el alelo fuese recesivo, sería más difícil recuperarlo, ya que después de 20 generaciones teóricamente existirá el recesivo homocigote en un 1% de los genotipos en la accesión "ejemplo".

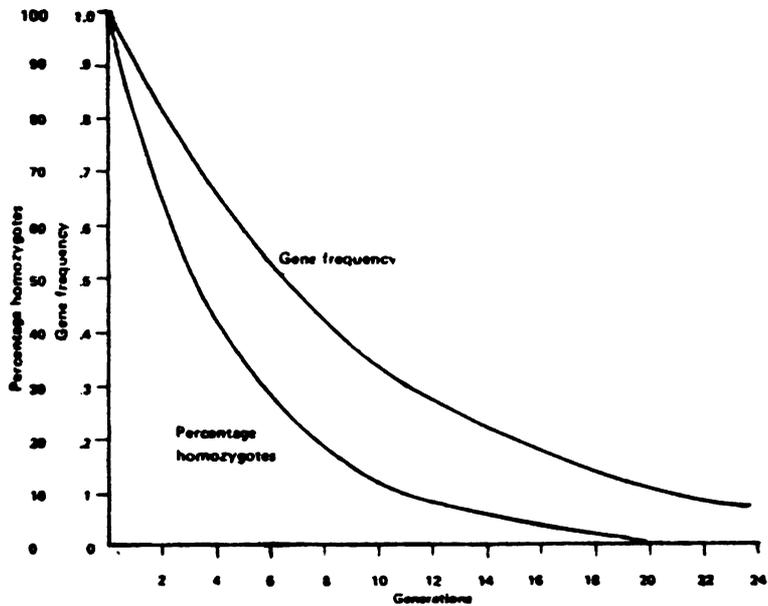


Figura 2. Tasa a la cual una población pierde un gene cuando todas las otras poblaciones son diferentes en ese locus, con un 10% de intercrucamiento.

Es posible observar en estos modelos que aún cuando los efectos del intercrucamiento son marcados en cuanto a la recuperación de genes, (en ausencia de lo que se llama "genetic drift"), la fijación de genes ocurre lentamente debido al nivel de intercrucamiento que se observa en el haba. Un cierto grado de intercrucamiento puede ser tolerado en las colecciones de germoplasma de haba, para no perder la identidad de las líneas individuales.

Como una consecuencia del cruzamiento natural que se presenta en haba, existen tres formas principales de mantener las colecciones de germoplasma: como poblaciones heterogéneas, como líneas autofecundadas o como compuestos que contengan un grupo de genes específicos.

POBLACIONES

Cuando las colecciones de germoplasma se mantienen como poblaciones, se toman precauciones para reducir el porcentaje de colecciones que pueden ser idénticas. Esto se hace reduciendo la frecuencia de intercrucamiento y también reduciendo el avance

de generaciones a través del tiempo.

a. Reducción del intercrucamiento entre accesiones

Aún cuando la polinización cruzada es frecuente en haba, el material de germoplasma puede ser mantenido exitosamente como colecciones de poblaciones.

El aislamiento de las parcelas solamente por distancia, desechando las plantas de los bordes protectores, es un método efectivo para reducir el intercrucamiento. En las condiciones de Siria, dejando solamente 10 m entre parcelas, el intercrucamiento es cerca del 10%.

También se ha encontrado que el tamaño de las parcelas es un factor muy importante. Con un incremento de 12 m² (75%) en el área de la parcela ello tuvo un gran efecto en la reducción del % de polinización cruzada. Esto realmente se presenta como un inconveniente, ya que generalmente se cuenta con muestras reducidas de semilla que tendrán que sembrarse en parcelas muy pequeñas y ello dará lugar a tener un mayor porcentaje de polinización cruzada entre las parcelas o accesiones diferentes.

Cuadro 3. Intercruzamiento en haba. (Hawtin y Omar, 1980a).

	Promedio de intercrucamiento entre parcelas (%)		
	Bordes	Centro	Parcela total
Tamaño de parcela (16 m ²)	14.7	10.1	14.2
Tamaño de parcela (28 m ²)	9.5	6.7	8.9
Media distancia entre parcelas (11.0m)	12.3	10.4	11.6
Media distancia entre parcelas (14.3m)	11.8	6.1	10.9

Para poder evitar el problema anterior, cuando se siembren parcelas muy pequeñas de haba, estas deben ser rodeadas con una especie de planta que no se intercruce con el haba y que también atraiga a los mismos insectos polinizadores.

En el ICARDA, las parcelas de haba son rodeadas con Colza (Brassica campestris), para observar si los insectos polinizadores que visitan primeramente estas plantas en los bordes pierden el polen extraño que traen otras plantas de haba extrañas, fuera de

la parcela. Se han probado también barreras físicas con plantas altas como las de Triticale.

El grado de dispersión del polen por los insectos no tiene una correlación simple con la distancia entre las parcelas, de modo que incrementos iguales en las distancias de aislamiento, no tienen el mismo efecto en tasas de inter cruzamiento. Si existe una curva del tipo sigmoide entre distancia y tasa de inter cruzamiento, lo cual es lo más seguro, entonces sí habría una distancia adecuada para la separación de las parcelas. Consecuentemente, cualquier incremento adicional sobre esta distancia no debería tener un efecto significativo en la disminución del inter cruzamiento.

Los datos de Porceddu et al. (1980), indican que si se descartan las vainas basales de la planta, el inter cruzamiento en la población se reducirá a la mitad. Estos autores encontraron que las tasas de inter cruzamiento entre variedades fue del 26% entre el primero y quinto racimo de vainas y solamente de un 16% en los racimos superiores de la planta. Estos resultados son apoyados por Hanna y Lawes (1967) y Poulsen (1975).

b. Reducción de las generaciones avanzadas

Es muy claro que por efecto del inter cruzamiento, mientras más generaciones se avanzan en una accesión, más se pierde su identidad o distinción genética y se aumenta su uniformidad. Los efectos del inter cruzamiento (homocigosis) pueden reducirse minimizando el avance generacional y haciendo un cuidadoso manejo de la semilla (Figura 3). La semilla de generaciones tempranas es mantenida en almacenaje a mediano o largo plazos y usada muy conservadoramente, retirando submuestras con el único propósito de multiplicarlas. La semilla multiplicada representa a una colección y es usada con el propósito de distribuirla y evaluarla. Solamente cuando esta semilla multiplicada se acaba o se pierde, entonces se retira otra muestra de la colección base (Figura 3). Este esquema es un método más conservador que la simple acción de usar la colección base o colección activa directamente. Si la colección base fuese usada directamente, entonces el avance de generaciones se aceleraría y la colección base necesitaría ser regenerada cuando su cantidad llegase a niveles mínimos.

Definitivamente, el avance generacional no puede ser eliminado y es dependiente de la longevidad de la semilla en la colección base. Afortunadamente, la semilla de haba tiene una alta viabilidad.

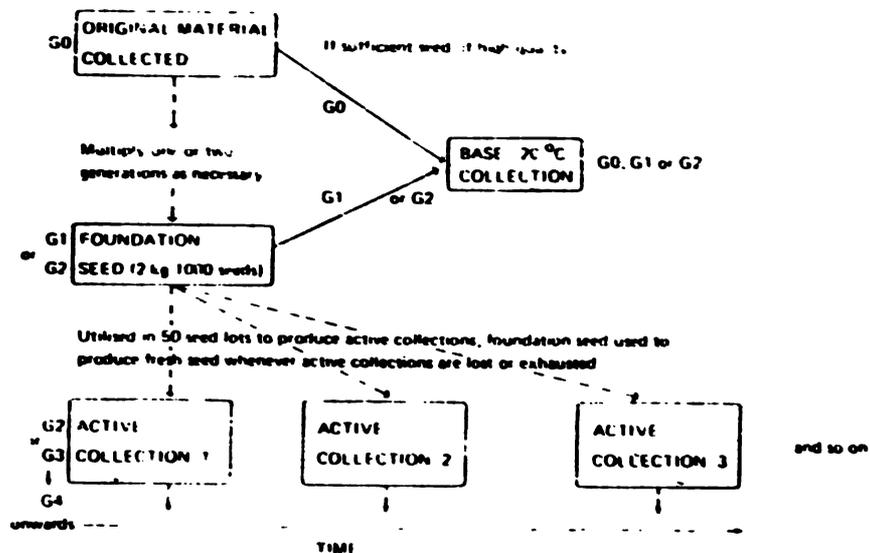


Figura 3. Diagrama de flujo idealizado para reducir el avance generacional del material germoplásmico de polinización cruzada, para mantenerlo como "poblaciones heterocigóticas".

LINEAS AUTOFECONDADAS

Burton (1979) ha indicado que la autofecundación (utilizando fundas de muselina) es una buena forma de mantener germoplasma de especies de polinización cruzada. Existen muchos argumentos en favor de esto.

i. En el caso del haba, la autopolinización usando fundas (o teniendo las plantas en casas de malla en ausencia de insectos polinizadores) requiere de menos trabajo que el de inter cruzamiento planificado entre plantas de una misma accesión y tiene una menor probabilidad de introducir polinización cruzada por error a otras accesiones.

ii. Después de varias generaciones se forman líneas autofecundadas que retienen su identidad genética de una generación a otra. Las líneas pueden ser plantadas en surcos para obtener repetición de plantas y facilitar la selección de campo.

iii. La semilla obtenida por este método de autofecundación mantendrá en la línea la mayoría de los genes que estaban presentes en la población original. Debido al efecto

de desviación genética (genetic drift) como resultado de usar una muestra de semilla pequeña y por la acción de segregación al azar, algunos genes presentes en la población de polinización abierta no se les podrá encontrar en las líneas endocriadas avanzadas. Este factor de "genetic drift" se hace menos importante a medida que se aumenta la cantidad de semilla por accesión, lo cual se puede lograr formando más líneas autofecundadas por accesión. Sin embargo, mientras más variable genéticamente es una accesión, se requiere de una muestra más grande para prevenir la pérdida de genes. De todas formas, los genes recesivos letales y aquellos otros genes que están íntimamente ligados entre sí, son los que más fácilmente se pierden al formar líneas autofecundadas homogéneas.

iv. Este método de autofecundación permite que algunos genes sean visibles. En esta forma, el material está inmediatamente disponible para ser seleccionado por caracteres recesivos. Los genes recesivos que se encuentran a baja frecuencia en una población de polinización abierta, serán encontrados principalmente en estado heterocigótico y por esta razón no serán visibles en ese momento.

Hawtin y Omar (1980b), describen las líneas puras de colecciones de haba que son mantenidas en el ICARDA. Se seleccionan de una a cuatro plantas individuales en cada accesión original, dependiendo de su heterogeneidad; así, con estas plantas seleccionadas se forman hileras con progenies las cuales se siembran el siguiente año en casas de malla. Las líneas son entonces mantenidas cada generación a través de una planta representativa que se toma del surco de cada progenie. Aunque alguna variación genética se pierde cuando se seleccionan plantas individuales en una accesión original, este método tiene la ventaja, como se indicó antes, para la identificación de caracteres deseables, particularmente de aquellos controlados por genes recesivos.

Cuando se producen líneas autofecundadas, es aconsejable mantener las colecciones base y posiblemente semilla de las poblaciones iniciales de polinización abierta de las cuales se derivaron las líneas autofecundadas. Además, se pueden producir más líneas puras, si se desea, tanto de las colecciones base como de la semilla de generaciones tempranas. Las líneas autofecundadas se pueden mantener también como colecciones base en almacenaje a largo plazo, de tal forma que pueden ser fácilmente reemplazadas si llegasen a perder las colecciones activas que se están mejorando.

Burton (1979) también describe un método sobre el uso de semilla autofecundada para simplificar la distribución de germoplasma de polinización abierta. Para evitarse el tener que medir y enviar centenares de paquetes de germoplasma en cereales, este

científico creó y registró el germoplasma del cereal "pearl millet" como Tift Nº 1 S1. Esto realmente es una mezcla en cantidades iguales de semilla autofecundada procedente de 275 líneas de este cereal, lo cual contiene una alta variabilidad de genes que se encontraban en las poblaciones originales de polinización abierta, de las cuales fueron derivadas. Todos los caracteres genéticos pueden ser observados en un espacio pequeño donde se siembran 25 gramos de muestra (5.000 semillas). Para distribuir semilla de este material, solamente se necesita una muestra de 25 gramos, en lugar de 275 paquetes con semilla etiquetados

Una desventaja del método de Burton es que no se cuenta con datos completos de pedigree del material genético y, consecuentemente, el fitomejorador tiene que hacer selecciones de plantas individuales lo cual no es muy recomendable para caracteres de baja heredabilidad.

GRUPOS DE GENES ESPECIFICOS

Los grupos o "pools" de germoplasma pueden ser preparados mezclando las semillas de una accesión y procediendo a sembrarlas juntas en una misma parcela aislada. Esto permite que las plantas se intercrucen naturalmente y luego son cosechadas en forma masal. Esta no es la mejor forma para conservar germoplasma. Burton (1979), encontró que con el avance de tres generaciones (del cereal "pearl millet") la variabilidad fenotípica del pool original fue reducida, se perdieron genes y se dificultó todavía más la recuperación de algunos otros genes.

La pérdida de variabilidad fenotípica puede evitarse dividiendo el material germoplásmico en diferentes grupos de material o "pools" que contengan variabilidad en características morfológicas y lugar de origen. El primer paso es evaluar la accesión original por caracteres que tengan una alta heredabilidad. Estos resultados de evaluación permiten crear "pools" de genes para caracteres específicos como: madurez (precoz o tardía), tamaño de semilla, altura de planta y hábito de crecimiento. Los "pools" se empiezan a formar con accesiones que procedan de un mismo país o de una misma región. Esto asegura, por una parte, que se estén agrupando en un mismo "pool", las accesiones que proceden de latitudes similares o que pueden tener una misma sensibilidad al fotoperíodo. Como un ejemplo de lo anterior, se puede anticipar una alta correlación entre la fecha de floración y los sitios de evaluación, cuando los diferentes sitios ecológicos en los cuales los "pools" son plantados, tienen una misma duración de horas luz o longitud del día.

Un análisis de multivarianza con los datos de caracterización ya obtenidos, será una buena base para conformar los "pools de genes". A través de este análisis, un alto número de accesiones de germoplasma pueden ser agrupados, tomando en cuenta un amplio rango de caracteres y la correlación entre ellos. Este tipo de análisis de multivarianza clasifica exitosamente las accesiones en grupos geográficos (Murphy y Witcombe, 1981).

Con base en lo anterior, cada grupo de genes específico para un carácter genético, se forma a través de una mezcla balanceada de accesiones que son seleccionadas y que se mantienen y conservan en forma masal sobre una parcela aislada en el campo donde ocurre un cruzamiento natural.

La varianza fenotípica total es mantenida en cada uno de los pools de germoplasma; en esta forma, una colección que tuviese alrededor de 2.000 accesiones puede ser reducida a un mínimo de 10 - 200 grupos genéricos específicos. Dentro de cada pool de germoplasma se rompen ligamientos entre genes de modo que la varianza dentro del pool de genes y la varianza fenotípica total pueden aún incrementarse. Los caracteres causados por genes recesivos es más probable que queden expuestos dentro de cada pool de genes específicos. Caso contrario sucede cuando un solo pool de genes es creado dentro de un grupo considerable de accesiones de una colección.

Con el propósito de mantener germoplasma, los grupos de genes específicos pueden ser mantenidos mejor cuando se les somete a una mínima presión de selección (por ejemplo, a través de "descendencia simple de semilla", en donde el mismo número de semillas se toma de cada planta en el pool de genes). Los grupos de genes específicos pueden ser entonces distribuidos y usados para obtener poblaciones a través de mejoramientos genéticos por selección de plantas individuales, selección recurrente y selección masal. En forma adicional, por medio de la selección natural también se mejora la adaptación de las poblaciones a las condiciones de una localidad.

Se debe indicar que los pools de genes con características específicas (grupos genéticos específicos) pueden consistir de poblaciones inter cruzadas, de mezclas de líneas homogéneas o de semilla autofecundada. El primer método tiene una menor frecuencia de locus homocigóticos haciendo más difícil la selección por caracteres recesivos, pero tiene la ventaja de permitir la recombinación de genes y de ser fácil su mantenimiento.

El agrupamiento de genes o pool de genes tiene distintas ventajas cuando se entiende que la variabilidad genética no se distribuye al azar en un cultivo. Si combináramos

todas las variedades de haba precoces de Siria en un solo pool de genes, probablemente no se perdería mucha variabilidad genética, pero esto sí puede reducir enormemente el número de accesiones que intervienen. Un problema muy importante en el germoplasma, es que este puede ser muy repetitivo, con muy pocas diferencias entre muchas accesiones, y es por eso que los pools de genes específicos permiten reducir grandemente el número de accesiones, manteniendo una buena variabilidad genética.

Los pools de genes, cuando se mezclan líneas homogéneas, no excluyen la necesidad de mantener en la colección base, las poblaciones originales de donde se derivaron. Las poblaciones originales son la fuente de material de donde se pueden formar los pools de genes, ya que contienen un amplio rango de genes.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DE GERMOPLASMA DE HABA Y TAMAÑO DE SEMILLA

Para incrementar la longevidad de las semillas, estas se tienen que mantener en condiciones de baja humedad y temperatura. Bajo las condiciones de almacenamiento a largo plazo, recomendadas por el IBPGR, manteniendo la humedad de 5-6% y una temperatura de -20°C, la longevidad de las semillas de haba es muy alta (Roberts, 1975). Por ejemplo, bajo estas condiciones, tomaría décadas para que las muestras de semillas bajen su germinación de 100% a 85%. El mantenimiento de germoplasma a mediano plazo con condiciones de un bajo contenido de humedad y temperaturas de 5 a 10°C, todavía permite que las semillas tengan períodos largos de longevidad. Las colecciones activas o semillas que se trabajan continuamente, se mantienen a temperatura ambiental y se deja que el contenido de humedad se equilibre naturalmente. Dependiendo del lugar y de las condiciones del medio ambiente, la germinación de la semilla puede permanecer alta hasta por 5 años. Habrán problemas con baja germinación de semilla, solamente en climas cálidos y húmedos.

El tamaño de la semilla de haba (alrededor de 2.000 g por 100 semillas) impide que el mantenimiento de las muestras se haga con un número alto de semillas. Sin embargo, con respecto a semillas grandes, el número arbitrario de 12.000 semillas por accesión para material heterogéneo, aconsejado por el IBPGR, puede ser muy conveniente para haba. Cualquiera que sean las circunstancias, una porción considerable de la variabilidad genética se mantendrá entre las accesiones. Más aún, las muestras demasiado grandes de semilla para mantener accesiones individuales, son solamente necesarias si un gene

útil ocurre en muy baja frecuencia; sin embargo, es muy difícil encontrar uno de estos ejemplos en la literatura sobre el mantenimiento de los recursos genéticos. Generalmente se encuentran genes útiles en más de una colección y en una frecuencia alta.

VARIACION, EVALUACION Y UTILIZACION DE GERMOPLASMA

Chapman (1981) ha confeccionado una lista con la variación genética de V. faba que se encuentra disponible para uso de los fitomejoradores. Muchas de las formas descritas son mutaciones espontáneas o inducidas, mientras que algunos tipos han sido seleccionados de poblaciones o ecotipos criollos. Este catálogo es valioso para el fitomejorador y posee buena información para realizar más trabajos sobre esta área.

La presencia en esta lista de más mutantes, en comparación con formas de poblaciones o ecotipos, refleja el trabajo que se ha hecho. La endogamia en las poblaciones o ecotipos, la cual podría revelar algunos genes recesivos y producir líneas homogéneas, ha demostrado ser un proceso útil para observar la variación genética. La ausencia de variación genética útil para resistencia a plagas y enfermedades puede indicar que estos materiales necesitan ser más estudiados para tratar de encontrar estos caracteres deseables.

Existe la necesidad de especificar muy bien las condiciones bajo las cuales se va a analizar el material para encontrar los genes deseables y definir muy bien los métodos de evaluación. Una lista preliminar de descriptores se indica en el Apéndice 10, estando pendiente la publicación de una lista conjunta del IBPGR y el ICARDA.

La evaluación de características en las colecciones de haba se puede dividir en dos grupos: una evaluación preliminar y una evaluación completa. Los datos preliminares de evaluación, incluyendo su caracterización, es producida generalmente por los centros de recursos genéticos y consiste en una lista corta de descriptores que facilita el conocimiento preliminar de las colecciones de germoplasma. Los datos de estas evaluaciones preliminares pueden utilizarse de inmediato para seleccionar y clasificar grupos de materiales. Los fitomejoradores, cuando estudian y seleccionan germoplasma, generalmente obtienen una serie de datos que no necesariamente se catalogan como una evaluación preliminar de germoplasma. Datos adicionales que se obtienen sobre la calidad bioquímica y la resistencia a razas específicas de enfermedades podrían ser un ejemplo de ello.

En el ICARDA se han evaluado 840 líneas puras (BPL) de haba por 43 descriptores y se ha observado un amplio rango de variación en diferentes caracteres (Cuadro 4). El catálogo de estas líneas puras se encuentra en la imprenta (comunicación personal del Dr. L.D. Robertson).

6. Datos de la planta
 - 6.1. Vegetativos
 - 6.1.1. Forma de la hoja
 - 6.1.2. Número de hojuelas por hoja
 - 6.1.3. Pigmentación de manchas en la estípula
 - 6.1.4. Grosor del tallo
 - 6.2. Inflorescencia y fruto
 - 6.2.1. Dehiscencia de la vaina
 - 6.2.2. Número de flores por inflorescencia
 - 6.2.3. Altura de la vaina más baja
 - 6.2.4. Autofertilidad
 - 6.3. Semilla
 - 6.3.1. Características de la testa
 - 6.3.2. Rendimiento de grano
 - 6.3.3. Contenido de vicina y convicina
 - 6.3.4. Tiempo de cocción
7. Susceptibilidad a factores ambientales
 - 7.1. Baja temperatura
 - 7.2. Alta temperatura
 - 7.3. Sequía
 - 7.4. Alta humedad en el suelo
 - 7.5. Muerte por heladas
 - 7.6. Salinidad
8. Susceptibilidad a plagas, enfermedades y malezas
 - 8.1. Plagas
 - 8.1.1. Aphidos (Aphis spp.)
 - 8.1.2. Picudos de la hoja (Sitona spp.)
 - 8.1.3. Barrenador del tallo (Lixus spp.)
 - 8.1.4. Picudos de la semilla (Bruchus spp.)
 - 8.1.5. Minadores de hoja (Liriomyza spp.)
 - 8.1.6 Nematodos (Ditylenchus dipsaci)
 - 8.2. Hongos
 - 8.2.1. Mancha chocolate (Botrytis fabae)
 - 8.2.2. Ascoquita (Ascochyta fabae)

- 8.2.3. *Alternaria* (*Alternaria* spp.)
- 8.2.4. Roya (*Uromyces fabae*)
- 8.2.5. Mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*)
- 8.2.6. Complejo de pudrición de raíz (*Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., etc.)
- 8.2.7. Otros

8.3. Bacteria

8.4. Virus

- 8.4.1. Virus del mosaico de la alfalfa (AMV)
- 8.4.2. Virus del enrollamiento de la hoja de fréjol (BLVR)
- 8.4.3. Otros

8.5. Malezas parasíticas

- 8.5.1. Orobanche (*Orobanche crenata*)
- 8.5.2. Otros

9. Composición aloenzimática

10. Caracteres citológicos y genes identificados

Para genes identificados ver Cahpman, G.P. 1981. Variación genética dentro de *Vicia faba*. Suplemento FABIS 3, 1-12.

11. Notas.

✓
**INFORME SOBRE LA PRODUCCION E INVESTIGACION EN EL CULTIVO
DE HABAS (Vicia faba L.) EN EL PERU**

✓
Roberto Horoque Ferro *

INTRODUCCION

El cultivo de habas tiene una indudable importancia por su alto valor nutritivo y uso muy difundido en la alimentación popular, sobre todo en la Zona Andina del Perú, en cuyas vertientes el cultivo es extenso; constituye la principal fuente de proteínas de la alimentación del poblador andino. Una de las principales limitaciones del Sector Agrario para este cultivo es la falta de un diagnóstico específico, por lo que con el presente trabajo se pretende identificar la problemática global a nivel nacional en la producción de haba, y particularmente la problemática existente en el ámbito del CIPA XX, Estación Experimental Agropecuaria Andenes-Cusco, cuyas características topográficas y ecológicas son similares al resto del país, con áreas donde se cultiva las habas.

El trabajo elaborado consta de dos partes:

La primera referida a los aspectos generales, donde se proporciona datos sobre aspectos geográficos y recursos naturales.

La segunda trata en forma específica las acciones de investigación realizadas en la Estación Experimental Agropecuaria Andenes.

* *Ing. Agr. Investigador en el Programa de Haba. Estación Experimental Andenes Cusco, INIAA, Perú.*

OBJETIVOS

1. Contar con información básica para la elaboración de proyectos coherentes al desarrollo del cultivo.
2. Contribuir con el conocimiento de la problemática en el cultivo de habas.

AMBITO GEOGRAFICO

La variada topografía que presenta la Sierra peruana está caracterizada o condicionada por las Cordilleras Occidental y Oriental, comprendiendo zonas interandinas y ceja de selva. La Cordillera de los Andes origina cadenas de menores proporciones, que juntas conforman un solo alineamiento de montañas, donde sobresalen algunos picos importantes.

Los valles longitudinales más importantes se forman entre ríos que atraviezan la Sierra con buenos suelos para el cultivo.

El cultivo de las habas en la Costa es en menor escala, encontrándose las mayores áreas en la Sierra, llegando a un 95% de la producción nacional; comprendiendo (más de 7.000 ha) bajo riego y (25.000 ha) en secano, en zonas de Selva se cultivan pequeñas áreas mayormente para consumo en grano verde.

El Norte del país registra las menores áreas del cultivo, seguido por el Centro, destacando el Departamento de Junín por las extensas áreas con cultivo de habas, para consumo en grano verde y seco.

En el Sur se tiene el mayor potencial en producción, tanto para grano verde y seco, alcanzando rendimientos óptimos. En la actualidad, a nivel nacional se alcanzan las 50.000 hectáreas en el cultivo del haba.

1. Pisos ecológicos

La Sierra peruana se caracteriza por presentar diversos pisos ecológicos, siendo factible la producción del haba en pisos, cuya clasificación se presenta a continuación:

- a. Rupa Rupa: De relieve variado, con predominio de montañas de flancos abruptos

con vegetación arbórea. Comprendida entre 500 y 2.000 m de altitud.

- b. Yunga: Pisos bajos con relieve formado por estrechos y valles profundos y se extiende hasta 2.500 metros de altitud.
- c. Quechua: Comprende entre los 2.500 - 3.500 msnm, relieve conformado por declives de suave pendiente, valles interandinos y donde se ubican las principales ciudades andinas, región donde se cultiva maíz, papa, haba, etc.
- d. Suni: Tierras altas que están comprendidas desde los 3.500 a 4.000 metros, el relieve es escarpado y abrupto, siendo límite superior los cultivos de papa, olluco, mashua, cebada, etc. Dentro de este piso ecológico se observan extensiones considerables de habas, hasta los 3.850 msnm.

2. Hidrografía

El Perú cuenta con un potencial hidrográfico importante, conformado por lagunas, ríos, riachuelos, manantiales, deshielos, afloramientos de aguas subterráneas y otros recursos.

Los sistemas de riego son incipientes, debido a la falta de recursos y deficiencias en la captación, conducción, distribución e infraestructura y la falta de desarrollo hidráulico.

Se ejecutan pequeñas y medianas irrigaciones a través de proyectos especiales en determinados lugares de la Sierra. Sin embargo, la mayoría de los recursos hídricos no son todavía utilizados para la irrigación de nuevas áreas.

3. Climatología

a. Precipitación pluvial

Se registran precipitaciones pluviales, que oscilan de 206.7 mm hasta 4007 en las zonas bajas, hacia el Oriente peruano (Pillcopata).

Entre los 2.000 y 3.500 msnm las precipitaciones pluviales varían entre 206 y 700-750 mm; estas precipitaciones son veraniegas, aumentando conforme se presenta el verano, alcanzando su máximo desarrollo para descender en los meses de abril y mayo.

El régimen de lluvias en la zona oscila entre precipitaciones abundantes y períodos de escasa precipitación.

b. Temperatura

La variación térmica está ligada al factor altitudinal, variando desde el cálido, semicálido, templado, frígido hasta el gélido. Los valores mensuales extremos experimentan fluctuaciones amplias, así en las zonas bajas en un período de 5 años es de 31,9°C en el mes de octubre (cuzco); en las zonas altas el promedio mínimo extremo llega a -80°C; se puede asegurar que por lo menos hasta los 3.500 msnm la temperatura promedio siempre se mantiene sobre cero en gran parte del año, lo que permite establecer cultivos de haba en secano, durante los meses de octubre-noviembre. En las siembras tempranas de habas (abril-mayo) la temperatura baja hasta -5°C y se le da las mejores condiciones para su cultivo, contando con agua de riego.

ACTIVIDAD AGROPECUARIA

La actividad agropecuaria es una de las más importantes en la Sierra por constituir la principal fuente de ocupación de la mayoría de los pobladores del Ande. Esta actividad por lo general es mixta, siendo la ganadería complementaria a la agricultura, pocas son las provincias netamente ganaderas que tienen como complemento cultivos de papa amarga, cebada, cañihua y otros de Sierra alta.

La producción agropecuaria a partir de la aplicación de la Reforma Agraria en el Perú, se realiza a través de la nueva estructura agraria, como son las Cooperativas Agrarias de Producción, las Empresas Comunales, Grupos Campesinos, Comunidades Campesinas, Medianos y Pequeños Productores y Minifundistas.

1. Producción agrícola

Las técnicas de producción agrícola están supeditadas a factores como la calidad, extensión y ubicación de los terrenos, disponibilidad de agua para riego, riesgos climatológicos, distancias y accesibilidad a mercados, condición socioeconómica del productor.

En los pisos de valle y planicies o pampas se cultiva haba, empleando tecnología mejorada, así, la utilización de maquinaria agrícola, semillas mejoradas, fertilizantes

y pesticidas, siendo los riesgos climatológicos menores y las épocas de siembra pueden ser tempranas o manhuay (abril-julio), en terrenos con riego o siembra grande (octubre-diciembre) en terrenos de secano al inicio de las precipitaciones pluviales. Por lo general, estos terrenos pertenecen a cooperativas agropecuarias, pequeños y medianos propietarios.

En quebradas y laderas, para la preparación de terrenos se utiliza la yunta de bueyes, la utilización de fertilizantes es restringido al empleo de semilla mejorada, es limitado utilizando por lo general semilla propia, desconociendo las técnicas de clasificación y selección, siendo el destino de la producción en su mayoría para el auto-consumo y los excedentes son llevados a los mercados en ferias locales, regionales. En este nivel se encuentran pequeños propietarios y comuneros que tienen parcelas pequeñas.

En alturas: El destino de la producción está destinada al auto-consumo y trueque en ferias locales. Los terrenos son de secano y se ubican en partes altas donde existen los mayores riesgos por heladas, deficiencias o excesos de lluvias; en estas zonas están ubicadas la mayoría de las comunidades campesinas, donde es habitual el descanso de las tierras por más de 5 años (Laymes). La preparación de tierras es después de las primeras lluvias. Hay desconocimiento de semillas mejoradas, teniendo rendimientos bajos en el cultivo de habas, etc. (Ver Cuadro 1. Producción Nacional de Haba).

2. Sistemas de producción en el cultivo de habas

En piso de valle el cultivo de haba se hace en forma de monocultivo, sobre todo en lugares con mecanización agrícola, sembrando distanciados entre surcos 0.80 a 1.00 metros y colocando semillas a fondo de surco, depositando indistintamente 1 a 3 semillas.

En piso medio (laderas), después del preparado del terreno, la siembra es efectuada a "cola de buey", observando plantas a distanciamientos desuniformes, no existiendo surco (K'concha). En piso de valle así como en laderas (piso medio), la asociación con otros cultivos es general, predominando la asociación haba-quinua, seguidos de haba-maíz, haba-arveja.

En las partes altas, 3.000 a 3.850 msnm, lugares húmedos, cercanos a lagunas, se cultiva sobre camellones altos distanciados a 1.00 a 1.20 m, donde se observan hasta 2 hileras por camellón, con plantas sembradas a chorro continuo.

Cuadro 1. Producción Nacional de haba, en grano verde y grano seco por Departamentos. Perú *.

Departamentos	Haba grano verde			Haba grano seco		
	Superf. ha	Rend. kg/ha	Produc. TM	Superf. ha	Rend. kg/ha	Produc. TM
Total Nacional	7325	4518	33095	22827	904	20628
Riego	4061	4832	19623	3236	1048	3393
Secano	3264	4127	13472	19591	880	17235
Costa	294	3847	1131	205	1058	217
Sierra-riego	3767	4909	57	3031	1047	3176
secano	3238	4148	491	19581	880	17227
Selva	26	1518	39	10	780	8
Norte	407	1481	603	2539	789	2002
Amazonas	198	700	139	177	510	90
Cajamarca	179	2213	396	552	760	420
La Libertad	20	3000	60	1500	850	1275
Lambayeque	---	---	---	22	450	10
Piura	10	825	8	228	720	207
Centro	4585	4595	21067	9061	917	8309
Ancash	55	3664	202	2325	854	1985
Huancavelica	170	2588	440	2170	700	119
Huanuco	145	2914	423	640	1225	784
Junín	3145	4989	15691	3155	980	3093
Ica	---	---	---	15	817	12
Lima	1045	4054	4236	506	919	466
Pasco	25	3000	75	250	1000	250
Sur	2333	4897	11425	11227	919	10317
Apurímac	385	3978	1532	660	1850	579
Arequipa	713	6900	4920	784	1096	859
Ayacucho	430	3106	1186	3250	693	2253
Cusco	350	4897	1714	1990	1209	2407
Moquegua	185	4766	882	205	1020	209
Puno	15	1800	27	4283	921	3945
Tacna	225	3977	1014	55	1173	65
Subtotal	7325	4518	33095	22827	904	20628

Total ha producción en verde y grano seco = 30,152.

* Anuario Estadístico Agrícola 1979. Perú.

INSTITUCIONES DE APOYO EN LA PRODUCCION DE HABA

- A. Regiones Agrarias del país.- Dependencias del Ministerio de Agricultura, cuyos objetivos son:**
 - a. Implementar la producción y productividad agraria, buscando reducir la dependencia alimentaria externa.
 - b. Garantizar el abastecimiento suficiente y oportuno de alimentos básicos de la Canasta Familiar.
 - c. Elevar el nivel de ingreso de la población rural del país y fomentar la capacitación progresiva del medio rural del país.
 - d. Apoyo estatal a las actividades productivas agrarias del campesino pobre.

- B. Centros de Investigación y Promoción Agropecuarias (CIPAS), dependencias pertenecientes al Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria, encargado por ley de generar y transferir tecnología agropecuaria, cuyos objetivos principales son:**
 - a. Incrementar la producción y productividad agrarias.
 - b. Propender al abastecimiento suficiente y oportuno.
 - c. Orientar las transferencias de tecnologías.
 - d. Promover la producción de semilla.
 - e. Diseñar y difundir el uso de sistemas productivos.
 - f. Promover investigaciones orientadas al desarrollo y la adopción de sistemas.

- C. Las Corporaciones Departamentales - CORDES.- Instituciones que tienen dentro de sus acciones la conducción de diferentes proyectos agropecuarios con recursos nacionales o mediante convenios internacionales.**

- D. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI.- A través de los Centros Regionales del SENAMHI, registra las variaciones meteorológicas, contando para ello en cada departamento con instalaciones respectivas.**

- E. Instituto Nacional de Cooperativas - INCOOP.- Dentro de sus acciones están la reactivación de cooperativas agropecuarias, realizando investigaciones, visitas de inspección, asesoramientos en elecciones, acciones restringidas por la falta de personal**

y presupuesto.

F. Banco Agrario del Perú.- Efectuando préstamos a nivel nacional a través de sus sedes departamentales y oficinas sectoriales, ubicadas en provincias.

G. Convenio Perú-Alemania para Cultivos Andinos - COPACA. - Las acciones se ejecutan en el Departamento del Cusco, que es uno de los más pobres del Perú y es conformante del llamado "Trapecio Andino", circunscribiéndose su ámbito en comunidades determinadas y evaluadas como las más pobres.

TRANSPORTE Y MEDIOS DE COMUNICACION

La infraestructura de transporte está referida a carreteras y ferrocarriles. Los ferrocarriles existentes en el Perú son la del Centro-Lima-Huancayo y Sur-Arequipa-Cusco-Quillabamba.

El medio de transporte más importante son las carreteras, existiendo algunas asfaltadas, afirmadas, así como caminos carrozables y trochas, siendo toda esta red de carreteras insuficiente, sobre todo hacia los centros de producción, lo que hace que se incrementen los costos para los productores y disminuyan sus utilidades.

COMERCIALIZACION

La comercialización en haba, en términos generales es desordenada y deficiente, por presencia numérica de intermediarios, tanto en el campo, como en las ciudades o mercados, y los productores obligadamente pasan por manos de estos comerciantes; por otro lado, los agricultores o productores no están capacitados para realizar una comercialización adecuada de sus productos.

Los organismos estatales no le dan la debida importancia a este punto del proceso productivo, que es la comercialización. No existen canales directos de comercialización del campo a los mercados.

ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA ANDENES-CUSCO-PERU

La Estación Experimental Agropecuaria Andenes fue creada con R.J. Nº 519-86-INIPA, del 25 de septiembre de 1986, igual que otras 10 estaciones a nivel nacional, como organismo ejecutor descentralizado del Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria; las acciones de Investigación Agropecuaria en el Perú llegan a tener autonomía propia a partir de la creación del CRIAS-1970, habiendo sido posteriormente incorporado al Ministerio de Alimentación, Ministerio de Agricultura, INIPA y recientemente pasa a formar el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Agroindustrial-INIAA.

La labor de Investigación y/o Experimentación está orientada a solucionar con alternativas tecnológicas variables, factibles y aceptables para el productor, mediante un proceso integral y continuo. La actividad agropecuaria se desarrolla en condiciones ambientales muy variadas, sujetas a riesgos por la incidencia de factores aleatorios, como heladas, sequías, inundaciones granizadas, nevadas; poca disponibilidad de semilla, poco conocimiento del uso racional de fertilizantes; inadecuado manejo de suelos; falta de orientación al conocimiento; conservación, mejoramiento, manejo y utilización de los recursos naturales.

Establece mecanismos de coordinación con universidades, corporaciones, estaciones experimentales, empresas públicas y privadas, instituciones estatales a nivel nacional e internacional, relacionados con la Investigación Agropecuaria.

A. Breve historia de las acciones de investigación en haba

Los trabajos de investigación y/o experimentación en el cultivo de haba, se iniciaron en el año 1970, en la Subestación Experimental de Andenes, habiendo instalado el primer ensayo como una "colección de ecotipos", material procedente de colecciones llevadas a cabo en el ámbito del Centro Regional de Investigación Agropecuaria Sur-CRIAS-Cusco; después de varios años de evaluaciones junto con material, procedente del extranjero, se instalan ensayos preliminares, locales y regionales, llegando a tener 4 variedades con características agronómicas favorables, las que fueron distribuidas en todo el ámbito de la Región Agraria Cusco, a través de las Agencias de Extensión, sobre todo en las zonas de mayor producción.

Después de 1983, siguiendo con la secuencia de investigación, se obtienen 3 nuevas

variedades, habiendo realizado ensayos a nivel nacional con resultados favorables.

La Estación Experimental, dentro de su plan de trabajo, contempla la investigación aplicada en el cultivo de habas, teniendo como objetivos:

- a. Aumentar los rendimientos unitarios.
- b. Mejorar la eficiencia de producción.

B. Problemática y objetivos en el cultivo de habas a nivel regional - Cusco

a. Problemática

- . Uso de densidades inadecuadas por variedad.
- . Variedades susceptibles a las enfermedades, principalmente mancha chocolate y cercospora.
- . Variedades tardías.
- . Falta de un diagnóstico de las zonas productoras de habas.
- . Falta de investigación en campos de agricultores.

b. Objetivos

- . Producción de semilla de calidad y pureza genética, para incremento de la producción y productividad.
- . Determinar variedades precoces, con buen potencial genético.
- . Generar variedades o alternativas tecnológicas para superar las condiciones agroecológicas adversas.
- . Seleccionar y obtener variedades con características de granos comerciales.
- . Determinar variedades que permitan un sistema adecuado de producción en asociación con maíz y otros cultivos.
- . Crear tecnología adecuada y de fácil adopción por el agricultor.

C. Producción regional de habas

Cuadro 2. Producción de haba, grano verde y grano seco a nivel de departamental. Cusco por provincias (*).

HABA GRANO SECO				
Provincia	Superficie ha		Rendimientos kg/ha	
	Riego	Secano	Riego	Secano
Anta	---	578	---	1366
Calca	78	411	3423	3800
Urubamba	58	469	3224	2897
Quispicanchis	3	277	1200	830
Paruro	---	215	---	818
Acomayo	9	323	1000	897
Paucartambo	---	641	---	756
La Convención	---	233	---	858
Canchis	180	268	1427	1246
Canas	---	102	---	813
Chumbivilcas	10	344	1300	805
Subtotales	338	3865	---	---

HABA GRANO VERDE				
Provincia	R.	S.	R.	S.
	Cusco	84	---	5357
Calca	121	155	7479	6000
Urubamba	211	73	7895	7876
Quispicanchis	83	---	5542	---
Paruro	32	---	5375	---
Anta	147	87	4285	4287
Paucartambo	3	---	6500	---
Subtotales	681	315	---	---
Total ha	5199			

(*) Anuario Estadístico Agrícola 1982 - Perú.
Ministerio de Agricultura.

1. Investigación

a. Problemática

En base a la problemática regional en el cultivo de habas, los trabajos programados dentro de la Estación Experimental Agropecuaria Andenes, básicamente orientados al mejoramiento genético, introducción de variedades, líneas o formas, etc.

Teniendo en consideración la nueva política agraria en el Perú, se ha analizado la problemática existente, llegando a considerar factible las acciones programadas y que serían utilizadas en forma inmediata por el agricultor, como parte de solución a los múltiples problemas existentes. Análisis realizado con participación de Especialistas, Agentes de Extensión y Responsables de diversos sectores, relacionados al cultivo de haba; es así que se han priorizado los problemas en la forma siguiente:

Enfermedades:

Mancha chocolate	-	Botrytis fabae
Manchas foliares	-	Cercospora fabae
		Ascochyta sp.
		Alternaria sp.
Virus y micoplasma	-	No identificado
Pudriciones radicales	-	-----
Roya	-	Uromyces fabae

Precocidad:

Es necesario determinar variedades de período vegetativo corto, así evitar las heladas tempranas (abril) en siembras grandes, las que muchas veces malogran totalmente el cultivo obteniendo granos mal formados.

Sequía:

Teniendo en consideración que el cultivo necesita de suficiente humedad, durante el período de floración (plena), es necesario encontrar variedades que soporten la sequía, evitando la caída de flores.

Productividad:

Observando que el agricultor obtiene rendimientos bajos, lo que no justifica los gastos de producción, es necesario determinar variedades de buenos rendi-

mientos con buena aceptación por parte del productor y consumidor.

▣ **Adaptación:**

Las variedades promocionadas deben tener buena adaptación a los diferentes pisos ecológicos, para ello es necesario la instalación de parcelas demostrativas y de comprobación, en lugares diferentes y zonas de mayor producción de haba.

b. Priorización de acciones de investigación:

Mejoramiento genético mediante la obtención de variedades resistentes y/o tolerantes a enfermedades con período vegetativo corto, tolerante a la sequía (en el momento de la floración) y buenos rendimientos en grano seco y verde. Instalación de ensayos agronómicos de fácil uso en chacra de agricultores.

c. Condiciones ecológicas del lugar de experimentación:

La mayoría de los ensayos fueron conducidos en la Subestación Experimental Andenes, sobre todo los genéticos; esta ubicada en la Sierra Sur, Distrito de Zurite, Provincia Anta, Departamento Cusco.

De acuerdo a la clasificación de Joseph R. Tossi, basada en el sistema de formaciones vegetales de Holdridge, corresponde a:

Reyno	:	Neo tropical
Dominio	:	Andino
Provincia	:	Serrana o Subandina
Formación vegetal	:	Bosque húmedo montano (bh-M)
Condiciones climáticas:		
Altitud	:	3.391 msnm
Precipitación	:	750-800 mm anuales concentrados entre nov-abril
Temperatura	:	Máxima 21.8°C (octubre) Mínima 0.8°C (mayo)
Latitud Sur	:	13° 25'
Longitud Oeste	:	72° 18'
Suelos	:	Terrazas (andenes), textura moderadamente gruesa, con pendientes menores al 1%, pH neutro, medianamente provistos de materia orgánica y bajos en fósforo y potasio.

d. Investigaciones realizadas:

- Colección, evaluación y selección de germoplasma, cuyo objetivo es la evaluación de las características biométricas y que nos permita seleccionar material con características con más de 130 entradas evaluadas desde 1970, material procedente de diversos países, España, México y provincias del Departamento del Cusco, con observaciones de:

- . Fecha de siembra
- . Días a la germinación
- . Días a la floración
- . Nº de flores por nudo
- . Nº de macollos
- . Nº de vainas por nudo
- . Altura de planta
- . Rendimientos parcelarios
- . Rendimientos por ha
- . Fecha de cosecha

Se han determinado "líneas hasta con 5 TM/ha de rendimiento en grano seco.

- Colección y caracterización de germoplasma: caracterizar y depositar en el Banco Nacional de Germoplasma para su conservación y tener como fuente de material genético con 48 entradas.

- Ensayos preliminares de rendimiento de líneas experimentales de haba precoz.

- Ensayos preliminares de rendimiento de líneas experimentales de haba de grano grande.

Experimentos con "líneas" que mejor destacaron en el germoplasma y ofrecían mejores cualidades, líneas de la región y/o de otras procedencias, así por ejemplo:

Cuadro 3. Componentes en estudio.

Nº Orden	Tratamientos	Procedencia
A	C-19-13-MEX	México
B	S-68-8 MEX	México
C	Criolla Tarragona	México
D	S-E-13	Cusco, Perú
E	S-E-12	Cusco, Perú
F	Blanca Anta	Cusco, Perú

Cuadro 4. Resultados.

Nº Orden	Tratamientos	Rendimientos kg/ha	Signif. Tukey
E (5)	S-E-12	3243	a
D (4)	S-E-13	2760	a
F (6)	Blanco Anta (T)	2642	a b
B (2)	S-68-8 MEX	691	b c
C (3)	Criolla Tarragona	475	c d
A (1)	C-19-13 MEX	439	d

S x = 0.15

- Núcleos de semilla genética, para purificar e incrementar material promisorio, para nuevos ensayos.
- Densidad de siembra en haba.
- Evaluación y selección de progenies: se ha recibido material de progenies en F2 y F3, las cuales se han evaluado a 2800 y 3300 msnm sin resultados favorables, obteniendo pequeñas muestras en 2 campañas seguidas, llegando a F4 y F5.
- Ensayos agronómicos:
 - a. Determinación de rendimiento de haba en sistemas asociados con maíz.
 - b. Análisis de rendimiento de haba en diversos sistemas de cultivo.

Experimentos conducidos con diferentes "líneas" y variedades durante varias campañas, cuyos logros se presentarán a continuación.

e. Logros y avances

. Logros:

- Época de siembra: La época de siembra varía según las regiones y el objetivo del cultivo, así la siembra temprana (mahuay), se realiza en los meses de junio - julio y se cosecha en verde, para ello se debe disponer de abundante agua de riego.

Se han realizado estudios sobre épocas de siembra durante un período de cinco años (para Región Sur del Perú) con 4 variedades, obteniendo resultados favorables con siembra en septiembre (primera época), las siembras de octubre a diciembre (tercera y cuarta épocas) son afectadas en su totali-

dad por heladas de abril y mayo, cuando las vainas se encuentren todavía verdes y no han completado su madurez, por lo que ya no se considera en los análisis.

Cuadro 5. Componentes en estudio.

Nº Orden	Variedades	Epocas
A	Verde Anta	1º septiembre
B	Blanco Anta	2º octubre
C	Chacha	3º noviembre
D	Quelcao	4º diciembre

Cuadro 6. Resultado de evaluaciones - rendimientos kg/ha. Epocas de siembra 1975 - 1976.

Clave	Variedades	Primera Campaña		Segunda Campaña		Tercera Campaña	
		1ª Epoca G.verde	2ª Epoca G.verde	1ª Epoca G.verde	2ª Epoca G.seco	3ª Epoca G.verde	4ª Epoca G.seco
A	Verde Anta	12.13	9.90	11.58	3.64	7.54	1.40
B	Blanco Anta	12.62	8.96	15.75	4.29	8.06	1.02
C	Chacha	13.02	11.15	11.06	3.38	5.85	0.83
D	Quelcao	9.50	8.02	8.58	2.39	3.50	0.34

- Comparativo de variedades:

Se ha realizado este experimento, para determinar entre las variedades seleccionadas, cuáles son de mayor rendimiento en grano seco, en verde y otras evaluaciones adicionales.

Resultados después de 3 campañas.

Cuadro 7. Rendimientos de grano seco y verde. 1976, Andenes.

Variedad	Rendimientos \bar{X} TM/ha	
	Grano verde	Grano seco
Verde Anta	12.84	4.28
Blanco Anta	15.21	4.38
Chacha	14.17	3.66
Quelcao	8.92	2.64

Desde la variedad Blanco Anta, seguida de la Verde Anta; estos rendimientos se atribuyen también a la mejor adaptación y las buenas características que presentan, las 2 primeras son más precoces que el cuarto tratamiento "Quelcao" y medianamente tolerantes a plagas y enfermedades.

La variedad Quelcao es la mejor en calidad, teniendo como característica desfavorable su carácter tardío.

- Comparativo de 12 líneas para cosecha en verde:

Objetivos: Determinar la superioridad en rendimientos entre las nuevas "líneas" evaluadas dentro de la colección de germoplasma.

- Sustituir variedades locales de bajos rendimientos para cosecha en "Verde".

Resultados:

Cuadro 8. Rendimientos.

Línea o forma	Rendimientos kg		Signific. 5%
	Parcelario	kg/ha	
Jaspeado oscuro	17.292	21.615	a
Pardo jaspeado	14.292	11.870	a
Blanco Anta *	14.110	17.637	a b
Rojo Cusco *	13.410	16.853	b
Verde Anta *	13.084	16.782	b
Culli Cusco *	12.853	16.355	b
Quelcao Cusco	12.312	15.390	b c
Jaspeado verdoso	10.438	10.047	c
Tostado	10.051	12.563	d
Sillwiricu	8.554	10.692	d
Amarillo Quelcao	7.738	9.672	d
Morado grande	6.031	7.538	d

C.V. = 12.46%

* Variedades testigos.

Por los rendimientos altos, obtenidos con las tres primeras líneas, se recomienda sembrar para cosecha en verde, con los que se obtienen buenos ingresos económicos y así se justifiquen los costos de producción.

- Densidad de siembra:

Ensayo que se inició en 1973, con el objeto de determinar el distanciamiento adecuado entre golpes o sitios y entre surcos.

Componentes en estudio:

. Distancias: entre surcos	0.60 m
	0.80 m
	1.00 m
Entre golpes o sitios	0.30 m
	0.45 m
	0.60 m
. Nº de semillas por golpe:	3

Resultados:

Cuadro 9.

	Tratamientos D.surco (cm)	D. entre gol.	Rendimientos Parcelarios	<u>kg</u> <u>ha</u>
1	60	30	3.64	5.05
2	60	45	4.04	5.61
3	60	60	3.93	5.45
4	80	30	4.09	4.25
5	80	45	4.52	4.71
6	80	60	3.59	3.73
7	100	30	4.36	3.63
8	100	45	3.73	3.10
9	100	60	2.64	2.20

Los rendimientos más altos se han obtenido con 0.60 m entre surcos, pero en la práctica del cultivo no es recomendable por la superpoblación de plantas, que obstaculizan la realización de las labores culturales, como aperques, trata-

mientos fitosanitarios, deshierbos; observándose mayor incidencia de enfermedades y plantas tumbadas.

. Avances:

Determinación de rendimiento habas en sistemas asociados con maíz.

- Comparar los diversos sistemas asociados de haba con maíz, utilizados indistintamente, para así dar recomendaciones necesarias del mejor sistema.
- Es necesario determinar el rendimiento de la haba asociada al maíz, por ser cultivo prioritario en la zona y solo un reducido número de trabajadores o agricultores utilizan.

Componentes en estudio:

Habas		Variedad "Raymi"
Maíz	-	Variedad "Amarillo Oro"

Cuadro 10.

Clave	Tratamientos
4	Haba solo - 17 golpes a 0.30 m - 204 pl/parcela
5	Maíz solo - 11 golpes a 0.50 m - 132 pl/parcela
1	Habas entre golpes de maíz (11 golpes a 0.50 m - 132 pl/parcela)
	Habas a 0.50 m entre golpes - 132 pl/parcela
3	Habas a 0.25 m - maíz 132 - 240 pl de haba/parcela
2	Tres bolillo simple habas - maíz 132 plantas
	Habas 252 plantas
6	Surcos alternos - maíz 132 pl/parcela - 204 pl/habas/parcela

Ejecución:

Diseño: BCR - Block Completo Randomizado

Características:

Largo del surco	=	5 m
Ancho del surco	=	0.80 m
Nº de tratamientos	=	6

Nº surcos por tratam. = 4
 Nº de repeticiones = 3
 Area experimental = 326.4 m²
 Fecha de siembra
 Fecha de cosecha

Resultados:

Cuadro 11. A) Análisis de variancia.

F.V	S.C	G.L	C.M	F.C	F.T 05	Signific.
Total	23.70	14	1.69	---	---	n.s
Block	0.22	2	0.11	1.22	4.46	n.s
Tratam.	22.76	4	5.69	63.22	3.84	**
Error	0.72	8	0.09	---	---	
V.V = 17.14%						

Cuadro 12. Comparaciones y prueba de significación de Duncan al 5%.

Tratamientos	Rendimientos Parcelarios \bar{X}	Rendimientos kg/ha	Duncan 0.5%	O.M
Habas sola	3.37	4212	a	1º
Surcos alternos	3.12	3900	a	1º
Tres bolillo simple	0.93	1162	b	2º
Habas entre golpes/maíz	0.66	825	b	2º
Habas a 25 cm	0.65	812	b	2º
$5 \bar{X} = 0.17$				

Cuadro 13. B) Análisis de variancia - Maíz.

F.V	S.C	G.L	C.M	F.C	F.T 0.5%	Signif.
Total	7.70	14	0.55	---	---	---
Block	0.44	2	0.22	0.61	4.61	n.s
Tratamientos	4.40	4	1.10	3.06	3.84	n.s
Error	2.86	8	0.36	---	---	---
C.V = 17.76%						

Cuadro 14. Comparaciones y prueba de Duncan.

Clave	Tratamientos	Rendimientos Parcelar. \bar{x}	Rendimiento kg/ha	Prueba Duncan 0.5%	O.M
5	Maíz solo	3.92	4900	a	1º
1	Habas entre golpes/M.	3.73	4662	a	1º
2	Tres bolillo simple	3.54	4425	a	1º
3	Habas a 0.25 m	3.13	3912	a b	2º
6	Surcos alternos	2.40	3000	b	2º
		$5 \bar{x} = 0.34$			

Discusión:

Para poder visualizar mejor la acción de la asociación maíz - haba, se han efectuado análisis estadísticos por separado, maíz y habas (con diferentes sistemas) así:

Análisis de variancia - habas:

Existe alta significación entre los tratamientos y, el comportamiento de los bloques fue homogéneo, no habiendo significación estadística.

El coeficiente de variabilidad 17.14 está dentro de lo permisible y previo, indicando además que los datos han sido tomados en forma correcta.

Efectuando la prueba de significación de Duncan, se observa que, los tratamientos (4) habas sola y (6) surcos alternos, son superiores estadísticamente al restante e iguales entre sí, habiendo alcanzado rendimientos de 4212 y 3900 kg/ha respectivamente.

Los tratamientos (2) tres bolillo simple, (1) habas entre golpes de maíz y, (3) habas a 0.25 m, son iguales estadísticamente, ocupando el segundo lugar, alcanzando rendimientos de 4425 y 3912 kg/ha, respectivamente.

Análisis de variancia - maíz:

- En el análisis de la variancia efectuado, no existe significación estadística entre los tratamientos ni bloques. El coeficiente de variabilidad 17.6% es aceptable.

- La no significancia entre los tratamientos es posible, debido a lo no diferencia del sistema de cultivo del maíz, habiendo utilizado las mismas características

(maíz), variando los rendimientos de habas de acuerdo a las distintas formas de siembra.

- Para poder ajustar los datos en forma más flexible, se ha efectuado la Prueba de Duncan al 0.5%, encontrando diferencia entre los tratamientos, así:

En los tratamientos (5) maíz solo, (1) habas entre golpes de maíz, (2) tres bolillo simple, (3) habas a 25 cm y entre golpes de maíz, son estadísticamente iguales, no habiendo significación estadística y ocupan los primeros lugares, con rendimientos que oscilan entre 4900 a 3912 kg/ha. A su vez, el tratamiento (3) es igual con el tratamiento (6) surcos alternos, este último alcanza 3000 kg/ha de rendimiento.

Comentario:

Después de los análisis estadísticos se deduce que, maíz solo y haba solo alcanzan los mayores rendimientos, siendo monocultivos y el objetivo fue poner como testigos para ver el decremento o incremento de acuerdo al tipo de asociación.

El mejor tratamiento es (6) surcos alternos, donde las habas alcanzan 3900 kg/ha teniendo como complemento 3000 kg/ha de maíz, seguido del tratamiento (2) tres bolilla simple, donde las habas alcanzan con 1162 kg/ha como complemento al rendimiento obtenido en maíz 4425 kg/ha.

Para el mejor entendimiento se efectúa el análisis económico de donde surgen diferentes alternativas de uso de los sistemas.

Análisis económico:

En el ensayo "Determinación de rendimiento de habas en sistemas asociados con maíz", se efectúa el análisis económico, para determinar el mejor tratamiento y las alternativas; para ello, se han considerado:

A. Costos fijos:

Dentro de este rubro se considera el costo de producción del maíz, para determinar el costo fijo en los tratamientos y para obtener el costo de producción del maíz, se toma en consideración los gastos de cultivo, gastos especiales y gastos generales.

B. Costos variables:

Se consideran los gastos efectuados en la semilla de habas, preparación de

terreno (habas), siembra, labores culturales, cosecha; en los tratamientos asociados con maíz no se considera la preparación del terreno, por estar incluido en las labores ejecutadas para sembrar maíz.

Para el cálculo de los costos variables, se considera el costo real del kilo de semilla de haba a l/. 15.00, siendo utilizados 120 kilos/ha y la mano de obra es de l/. 80.00 jornales/día. La cantidad de semilla utilizada en cada tratamiento varía y llevado a la ha es significativo el decremento, así como el incremento.

Cuadro 15. Cálculo de costos variables I/ha. Andenes. 1986 - 1987.

Clave	Tratamientos	kg se- milla	Precio total	Preparac. terreno	Siembra	Lab. Cosec. cult.	Tot. costos var.
1	Habas entre golpes/ maíz	77	1155	---	821	800 1925	4701
2	Tres bolillo simple habas/maíz	148	2220	---	1578	800 3240	7838
3	Habas a 0.25 m	141	2115	---	1504	800 3160	7570
4	Haba sola	120	1800	2040	2200	1920 3000	10960
5	Maíz solo	---	---	---	---	---	---
6	Surcos alternos	60	900	1020	1020	960 1500	5480

Cuadro 16. Cálculo de los ingresos totales en habas y maíz/ha.

Clave	Tratamientos	Rendimiento \bar{X} maíz	Ingreso total M.	Rendimiento \bar{X} haba	Ingreso total H.
1	Habas entre golpes/maíz	4662.5	46625.0	825.0	8250.0
2	Tres bolillo simple	4425.0	44250.0	1162.5	11625.0
3	Habas a 0.25 m	3912.5	39125.0	812.5	8125.0
4	Haba sola	---	---	4212.5	42125.0
5	Maíz solo	4900.0	49000.0	---	---
6	Surcos alternos	3000.0	30000.0	3900.0	39000.0

Ingreso total = Cantidad por precio

Para el cálculo de los ingresos totales, se considera el precio de l/. 10/kilo de ambos productos, precio en chacra.

* La tasa de cambio reconocida por el BID en julio de 1989 es de l/.239565 por Dólar USA.

Cuadro 17. Cálculo de los beneficios netos en I/ha.

Clave	Tratamientos	Ingreso total	Costo var.	Costo total	Benefic. netos	Relación benef. costo
1	Haba entre golpes/M.	54875.0	4701	29101	25774	0.88
2	Tres bolillo simple/M.	55875.0	7838	32238	23637	0.73
3	Habas a 0.25 m	47250.0	7579	31979	15271	0.47
4	Haba sola	42125.0	10960	18420	23705	1.28
5	Maíz solo	49000.0	---	24400	24600	1.00
6	Surcos alternos	69000.0	5480	29880	39120	1.31
Costo fijo cultivo maíz I/. 24.400						

Gastos especiales habas	4.856
Gastos generales habas	2.604
	7.460
Costo variable habas	10.960
Costo producción habas	18.420

La relación beneficio-costos, es un indicador entre los beneficios con respecto al costo total, para determinar rendimientos económicos en términos monetarios (Intis/ha).

Realizando el cálculo de los costos variables, se observa que con el tratamiento 4 (haba sola, se alcanza el mayor costo, debido a que en ello se considera la preparación del terreno, y el número de jornales es mayor en la siembra, labores culturales y cosecha, mientras que en los demás tratamientos es menor, por considerar las actividades como complemento del maíz.

Cuadro 18. Análisis marginal de tratamientos.

Tratamientos	Costo total I/ha	Beneficio neto I/ha	C a m b i o s		
			Costo marginal	Beneficio neto marg.	Tasa de retorno marginal
Surcos alternos	29880	39120	11460	15415	134.51
Haba sola	18420	23705	---	---	---

En el cuadro anterior se determina el costo marginal y el beneficio marginal neto, en base a los costos totales y los beneficios netos obtenidos, entre el mejor tratamiento surcos alternos, comparado con "haba sola" para observar los beneficios económicos que se obtienen, así la tasa de retorno marginal es bueno e indica que costo marginal I/. 11.460 es recuperado en un 134.51%, llegando a I/. 15.415 que es el beneficio neto marginal.

Se observa que cultivando habas solo, se tiene un costo total de I/. 18.420 y con surcos alternos I/. 29.880, con lo que se determina el costo marginal de 11.460, por lo que el cultivo de habas en surcos alternos con maíz, constituye un incremento económico.

Análisis de rendimiento de habas en diversos sistemas de cultivo

Objetivos:

- Analizar rendimientos de habas, en diferentes asociaciones con diferentes especies de cultivo (maíz, quinua, tarhui, arveja, kiwicha).
- Analizar rendimientos económicos en la utilización máxima de un determinado área de cultivo.

Componentes en estudio:

Cuadro 19. Habas variedad "Raymi".

Clave	Tratamiento	Características
1	Haba-maíz	17 golpes habas/0.30 m, 10 golpes maíz/surco variedad "Amarillo Oro".
2	Haba-arveja	17 golpes habas/10.30 m, 17 golpes arveja/surco, "Línea 10"
3	Haba-quinua	17 golpes habas/0.30 m, 5 g de quinua/surco variedad "Amarillo Marangani"
4	Haba-kiwicha	17 golpes habas/0.30, 2 g kiwicha/surco, variedad "Noel Bietmeyer"
5	Haba sola	17 golpes/0.30 m - 51 semillas por surco
6	Habas-tarhui	17 golpes habas/0.30 m 40 g tarhui/surco - variedad "Andenes - 80"

Resultados:

Cuadro 20. Análisis de la variancia - ANVA.

F.V.	S.C	G.L	C.M	F.C	F.T		Signif.
					0.5	0.1	
Total	5.6705	17	0.3335	---	---	---	---
Block	0.0144	2	0.0072	0.0689	4.10	7.56	n.s
Tratam.	4.6116	5	0.9223	8.8342	3.33	5.64	**
Error	1.0444	10	0.1044	---	---	---	---

C.V = 20.36%

Cuadro 21. Cuadro de comparaciones - Tunkey al 5%.

Clave	Tratamientos	Rendimientos parcelarios \bar{X}	Rendimientos kg/ha	Tunkey al 5%	O.M
5	Haba sola	2.38 kg	2975	a	1º
4	Habas kiwicha	2.15	2687	a	1º
2	Habas arveja	1.50	1875	b	2º
1	Habas maíz	1.32	1650	b	2º
3	Habas quinua	1.09	1362	b	2º
6	Habas tarhui	1.08	1350	b	2º

$S \bar{X} = 0.108$ DSH (T) 5% = 0.486

Cuadro 22. Rendimientos parcelarios especies.

Block	Tratam.	1 Maíz	2 Arveja	3 Quinua	4 Kiwicha	5 (Habas)	6 Tarhui
	I	1.022	0.850	0.890	0.165		0.510
	II	0.712	0.475	1.595	0.775		0.880
	III	0.940	0.600	1.610	0.370		0.870
	\bar{X}	0.891	0.641	1.365	0.436		0.753
	kg/ha	1113	801	1706	545		941
Habas/ha		1650	1875	1362	2687	2975	1350
		2763	2676	3068	3232	2975	2291

Discusión:

A. Efectuando el análisis estadístico, con los rendimientos parcelarios obtenidos con habas, se observa:

- Existe significación estadística entre los tratamientos, el comportamiento de los bloques experimentales son iguales y el coeficiente de variabilidad 20.36% está dentro de lo permisible.
- Exceptuando el tratamiento (5) habas solo, se comporta como el mejor, el tratamiento (4) habas asociado con kiwicha, siendo significativamente superior a los demás tratamientos y alcanza 2687 kg/ha de habas, es decir se obtiene el mejor rendimiento, sin tener en consideración el incremento económico que pudiera tener con el cultivo acompañante.

B. Adicionando el rendimiento parcelario de habas con el cultivo asociado, también se observa que el tratamiento (4) habas-kiwicha, resulta ser el mejor, alcanzando el mayor volumen de rendimiento 3232 kg/ha, seguido del (3) habas-quinua, que alcanza 3068 kg/ha.

C. Estos datos y resultados varían haciendo el análisis económico respectivo, donde las cifras difieren debido al precio de cada producto.

Análisis económico:

Al igual que el ensayo anterior, para el análisis de costos se han considerado los costos fijos y los costos variables, considerando el costo de semilla del cultivo acompañante (asociación), a la siembra y cosecha dentro de los costos variables.

Para el cálculo de los ingresos totales en Intis/ha a partir de los rendimientos del haba y el cultivo acompañante, se toman en consideración los precios de cada producto, determinados en chacra, así:

Haba	=	10 Intis kilo
Arveja	=	20 Intis kilo
Quinua	=	25 Intis kilo
Kiwicha	=	30 Intis kilo
Mafz	=	10 Intis kilo
Tarhui	=	8 Intis kilo

Cuadro 23. Cálculo de costos variables I/ha del cultivo acompañante al haba.

Clave	Tratamiento	Cantidad Semilla kg cult.acomp.	Costo semilla	Costo siemb.	Costo cosecha	Costo variable total
1	Haba-maíz	80	960	640	1200	2800
2	Haba-arveja	60	1500	640	1200	3340
3	Haba-quinua	6	150	640	1200	1990
4	Haba-kiwicha	5	150	640	1200	1990
5	Haba sola	---	---	---	---	---
6	Haba-tarhui	80	800	640	1200	2640

El costo de semilla para el análisis se consideró:

Maíz I/. 10 el kilo, arveja I/. 25 y quinua I/. 25; kiwicha I/. 25 y tarhui I/. 10.

Cuadro 24. Cálculo de los ingresos totales, en base a rendimientos de haba y cultivo acompañante kg/ha.

Clave	Tratamiento	H a b a		Cultivo Rend. \bar{X}	Acompañante Ingreso total
		Rend. \bar{X}	Ingreso total		
1	Haba-maíz	1650	16500	1113	11130
2	Haba-arveja	1875	18750	801	16020
3	Haba-quinua	1362	13620	1706	46650
4	Haba-kiwicha	2687	26870	545	16350
5	Haba sola	2975	29750	---	---
6	Haba-tarhui	1350	13500	941	7528

Cuadro 25. Cálculo de los beneficios netos en I/ha.

Clave	Tratamientos	Ingreso total	Costo variab.	Costo total	Beneficios netos	Relación benef.costo
1	Haba-maíz	27630	2800	21220	6410	0.30
2	Haba-arveja	34770	3340	21760	13010	0.60
3	Haba-quinua	56270	1990	20410	35860	1.76
4	Haba-kiwicha	43220	1990	20410	22810	1.12
5	Haba sola	29750	---	18420	11330	0.62
6	Haba-tarhui	21028	2640	21060	0.032	0.00

Costo fijo cultivo haba I/. 18.420

Al realizar los cálculos de los costos variables del cultivo acompañante al haba, en I/. ha, estos costos no se consideran en el tratamiento (5) "haba solo", debido a que los demás cultivos son un complemento al cultivo de haba, los gastos de siembra y labores culturales están incluidos en este. (Cuadro).

En el segundo cuadro (24) se determina en forma discriminada los ingresos totales del haba, en base a rendimientos obtenidos, asociando con otras especies, así como del asociado, es decir, en forma separada para quinua, arveja, maíz, kiwicha, tarhui, esto es multiplicando el rendimiento promedio con el precio por kilo en chacra de cada producto.

Al realizar los cálculos de costos totales y los beneficios netos, se observa que el sistema de producción o tratamiento (3) "haba-quinua" es el mejor con el que se obtiene el mayor ingreso total, beneficio neto I/. 35.860 y un alto retorno al capital (.1.76), esto significa que, con un pequeño incremento en el costo se obtiene mayor beneficio neto, lo que es superior comparado al costo de "haba solo", donde se alcanza solo I/. 11.330 de beneficio neto y el retorno al capital es ínfimo 0.62, cifra que es producto de la relación beneficio neto, entre el costo total.

Al tratamiento (3) "haba-quinua" le sigue en eficiencia el tratamiento (4) "haba-kiwicha", donde con costo total igual al primero I/. 20.410 se obtiene beneficio neto de I/. 22.810 y la relación beneficio-costo es de 1.12 que indica un buen retorno al capital.

Cuadro 26. Análisis marginal de tratamientos.

Tratamientos	Costo total I/ha	Beneficio neto I/ha	C a m b i o s		Retorno marginal
			Costo marginal	Beneficio neto marg.	
Haba-quinua	20410	35860	1990	24530	1232
Haba-kiwicha	20410	22810	1990	11480	576
Haba sola	18420	11330	---	---	---

En el cuadro efectuamos el cálculo de los costos marginales y beneficio neto marginal; para ello comparamos "haba sola" con 2 de los mejores sistemas, es decir demostrar las utilidades que podemos obtener, asociando habas con otros cultivos, así: cultivando haba sola se tienen costos totales de I/. 18.420 y asociado haba-quinua I/. 20.410 y con incremento en el costo marginal de I/. 1.990, se

obtiene un beneficio neto marginal de I/. 24.530 lo que hace aumentar en 12.32 veces el costo marginal (1232%), esto es debido a que el costo de la quinua tiene como ingreso de I/. 42.650 adicional al de habas, I/. 13.620 hacen I/. 56.270 /ha, en resumen se tiene que restando del beneficio neto haba-quinua, el beneficio neto haba solo (I/. 35.860 - I/. 11.330) se tiene un beneficio neto marginal de I/. 24.530.

Comparado con el tratamiento haba-kiwicha, también se obtiene beneficio neto marginal alto 11.480, indicando un incremento de 5.76 veces el costo marginal (I/. 1.990). Con estos resultados, podemos recomendar la utilización del sistema asociado haba-quinua, así como la asociación haba-kiwicha.

2. Producción

a. Producción de semilla fundamental

Objetivo:

Incremento de semilla fundamental para ser entregada al agricultor, a través de las Agencias de Extensión.

Obtención de semilla con pureza genética, física y libre de patógenos que garantizan buenos rendimientos y calidad exigida por el consumidor.

Desde años anteriores la Estación Experimental Agropecuaria Andenes-Cusco, ha conducido semilleros con diferentes variedades de habas, obteniendo rendimientos hasta de 3000 kg/ha.

Cuadro 27. Componentes en estudio.

Cultivo	Variedad	Area ha total
Habas	Raymi	2.0
	Chacha	2.0
	Verde Anta	1.5
	Quelcao	1.0
	Ccolla	0.5
	Cusqueñita	0.5
	Blanco Anta	0.5

Ejecución:

- Preparación del terreno en forma mecanizada consistente en aradura, rastrado y surcado a 0.80 m entre surcos.
- Siembra, después de desinfectar la semilla con Homai a la dosis de 300 g/100 kilos de semilla, se colocan 3 semillas en golpes distanciados a 0.30m. La fertilización con el nivel 20-60-60 y al momento de la siembra, para luego nivelar el terreno con rastra de palo, para una germinación y emergencia uniforme.
- El aporque y deshierbos fueron en forma manual.
- Se efectuó solo un tratamiento fitosanitario con Metasystox 350 cc/200 litros de agua, Dithane M-45 500 g/200 litros de agua, Citowett 60 cc/200 litros de agua.

Cuadro 28. Resultados.

Cultivo	Variedad	Area ha	R e n d i m i e n t o s		
			Consumo	Semilla	Malogrado
Habas	Raymi	2.0	1538	3854	---
	Chacha	2.0	1196	1552	---
	Verde Anta	1.5	714	60	---
	Quelcao	1.0	366	1393	---
	Ccolla	0.5	514	1097	---
	Cusqueñita	0.5	286	383	---
	Blanco Anta	0.5	327	673	Total 881
Arveja	"Línea 10"	1.0	282.9	---	---
Tarhui	"Andenes 80"	1.0	1356	---	---

Resumen: Producción

Habas ----- 14.064 kilos/6.5 ha
 2.163 kilos/ha promedio

Discusión y comentarios:

- Se han obtenido rendimientos satisfactorios, alcanzando un promedio de 2163 kilos/ha, a pesar de la campaña agrícola irregular, donde la proliferación de plagas y enfermedades fue intensa.
- En los cálculos efectuados de rendimientos no se considera a la variedad Verde Anta (*) por haberse cosechado en verde, debido a un fuerte ataque de virus, cuyo producto generó un ingreso de 29.000 Intis.
- Los rendimientos de arveja (**) fueron bajos, debido al acamado, dando lugar a la pudrición de las semillas.
- Los rendimientos obtenidos en tarhui fueron buenos, a pesar de que en el tendal se malograron en un 30% de las semillas, debido a lluvias extemporáneas.

b. Costo de producción

Cuadro 29. Costo de producción - semillero básico - habas.

Cultivo: haba		Campo Experimental Andenes				
Variedades: Chacha - Raymi		Fecha de siembra: sept. 1987				
Tecnología: alta		Responsable: Ing. Roberto Horoque				
Nivel fertilización: 20-60-60						
Labores	Epoca de ejecuc.	Unid. de medida	Canti- dad	Costo unit.	Costo total	Totales I/.
A. GASTOS DE CULTIVO	Sept.					12.040
1. Preparación terreno						
. Riego de Machaco	Sept.	Jornal	3	80	240	
. Aradura	Sept.	Ha/trac	4	300	1.200	
. Rastrada	Sept.	Ha/trac.	2	300	600	2.040
2. Siembra						
. Surcada	Sept.	Ha/trac.	2	300	600	
. Desinfección semilla y colección (surco)	Sept.	Jornal	6	80	480	
. Abonamiento	Sept.	Jornal	2	80	160	
. Tapado semilla	Sept.	Jornal	10	80	800	
. Nivelado terreno	Sept.	Yunta Día	2	80	160	2.200

Continuación:

3. Labores culturales						
. Deshierbo	Nov.	Jornal	4	80	320	
. Primer aporque	Nov.	Jornal	20	80	1.600	
. Segundo aporque	Ene.	Jornal	20	80	1.600	
. Controles fitosan.	Dic/ene.	Jornal	16	80	1.280	
						4.800
4. Cosecha						
. Corte	May.	Jornal	10	80	800	
. Traslado al tendal	Jun.	Jornal	20	80	1.600	
. Trilla (tractor)	Jun.	Ha/trac.	2	300	600	
						3.000
B. GASTOS ESPECIALES						
1. Insumos						
. Semilla	Sept.	kg	120	16	1.920	
. Nitrato de Amonio	Sept.	kg	60	3	180	
. Superfosfato trip/Ca	Sept.	kg	130	4	520	
. Cloruro de Potasio	Sept.	kg	134	2	268	
. (Homai)	Sept.	kg	01	450	450	
. Metasistox	Sept.	Litro	02	190.8	382	
. Dithane M-45	Sept.	kg	1.5	113.5	170	
. Citowett	Sept.	Litro	0.5	132.0	66	
						3.956
2. Otros						
. Sacos de polipropileno	Sept.	Unid.	30	30	900	
						900
C. GASTOS GENERALES						
. Leyes sociales 17.7%		Jornal				1.618
. Gastos administrativos		(A+B)(5%)				986
						2.604

Resumen:

A.	Gastos de cultivo	I/.	12.040
B.	Gastos especiales		4.856
C.	Gastos generales		<u>2.604</u>
		I/.	<u>19.500</u>

Producción por hectárea:

Semilla 2.000 x I/.	16.00 kls	32.000
Consumo 500 x	6.00 kls	3.000
		<u>35.000</u>

Rotación producción / inversión I/. 1.79

c. Comentario final

Los rendimientos obtenidos en los semilleros de habas, fueron óptimos.

Los ensayos también han tenido buenos resultados, a pesar de la campaña que ha sido desfavorable, por la sequía prolongada en los meses de noviembre y diciembre, así como lluvias excesivas en los meses de enero y febrero.

Acciones cumplidas fuera de programación de metas:

1. Se han distribuido más de 8 TM de las diferentes variedades de semilla de habas en todo el ámbito del CIPA XX, a través de las Agencias de Extensión de las zonas productoras de habas, así como en forma directa a los agricultores.
2. Se ha enviado material genético a las estaciones experimentales de los diferentes departamentos del país.
3. Propagación de material promisorio.
4. Asesoramiento técnico en la instalación de semilleros comerciales.

RECURSOS GENETICOS DE LA LENTEJA

*R.S. Malhotra **

INTRODUCCION

Los recursos genéticos de la lenteja comprenden las variedades primitivas o genotipos de especies cultivadas (Lens culinaris Med.) y sus parientes silvestres dentro del género Lens Miller.

La selección que se ha hecho en la lenteja cultivada a través de los siglos, ha resultado en el desarrollo de genotipos adaptados a localidades específicas. La distribución geográfica de la variabilidad de los ecotipos no es al azar (Witcombe, Capítulo 1), estando muy relacionado con la evolución del cultivo (Cubero, Capítulo 16) y con su distribución en las regiones de alta diversidad ecológica. Existe también variación entre los ecotipos, lo cual consiste en una mezcla generalmente de genotipos muy uniformes. Alguna heterocigosis puede también estar presente en los ecotipos, como ya se ha encontrado en poblaciones de cebada (Jain y Allard, 1960), no obstante el bajo porcentaje de polinización cruzada que existe en las lentejas (Wilson y Law, 1972).

Alrededor de dos millones de hectáreas son sembradas con ecotipos. Sin embargo, el mejoramiento de la lenteja lleva ya algunos años y varios cultivares mejorados han sido liberados en algunos países. Estos cultivares están ahora reemplazando a los ecotipos nativos y causando una erosión genética. El porcentaje del área de lenteja sembrada con ecotipos en algunos países se presenta en el Cuadro 1. En Turquía, los cultivares Kislik-Pul 11, Kiskil-Yesil 21 y Kislik-Kirmizi 51 son ahora cultivados en un 30 a 40% del área bajo producción de lenteja. En Egipto, se ha liberado también la variedad Giza-9. Las variedades mejoradas como Pusa-1, Pusa-4, Pusa-6, L-9-12, T-6, T-36, Pant L-406 y Pant L-369, han sido desarrolladas en India, las cuales están sustituyendo a los ecotipos originales, causando esto también una erosión genética.

El norte de Etiopía también ha sido afectado por esta erosión genética, a causa de un período de seis años de sequía, lo cual dio como resultado la pérdida de muchos ecotipos de lentejas. Los cambios a través de la propia utilización de la tierra y por

* Científico de Ensayos Internacionales ICARDA. Casilla 5466. Aleppo, Siria.

razones económicas, están también causando erosión en lentejas. En el sur de Europa las lentejas ya han sido casi completamente reemplazadas por otros cultivos. En Italia, durante un período de 50 años comprendidos entre 1927 y 1977, el área de lenteja bajó de 34.000 a 2.000 ha, en parte debido al problema de infestación de la maleza Orobanche y en parte por razones económicas (Barulina, 1930; Anónimo, 1981). En la Unión Soviética, el área decayó de 42.500 a 6.000 ha en un período de tiempo similar. En otros lugares como India, Líbano y Turkía, las lentejas están siendo desplazadas por otros cultivos que producen mayores retornos económicos. Algunas áreas costeras de Chile están abandonando el cultivo de lentejas debido a pérdidas de rendimiento causado por la roya (Uromyces fabae). En Jordán y Siria, el costo de la mano de obra para hacer la cosecha manual de lentejas, está impulsando a algunos agricultores a buscar otros cultivos en reemplazo. Siria exporta una gran cantidad de lentejas y las fluctuaciones de precios en el mercado causan algunas veces una disminución en el área cultivada de lenteja. Cualquier mejora en las áreas de secano con la provisión de irrigación, también resultará en el reemplazo de las lentejas por otros cultivos más económicos. Todos estos cambios que se derivan con el uso y manejo de la tierra, van causando una reducción de las variedades nativas de lenteja que se adaptaron y establecieron originalmente.

Cuadro 1. Superficie de lenteja sembrada en algunos países considerando el porcentaje del área cultivada con variedades nativas, cultivares de la subespecie macrosperma y tipos criollos. Número total de introducciones. (Fuente: Estudio de los recursos genéticos de lenteja en 1979 en ICARDA).

País	Area de lenteja	Area sembrada con variedades nativas %)	Area sembrada con la subespecie <u>Macrosperma</u>	Número de introducc. en la colección nacional	Colecciones criollas o indígenas
Algeria	18.0(1975)	0	95	49	49
Bangladesh	75.0	70	0	0	0
Canadá	16.0	92	98	600	0
Chile	50.0	85	100	150	80
Etiopía	56.0-180.0	100	0	1600*	100
Grecia	4.3	10	25	181	32
India	800.0	--	0	3300	1300
Iraq	9.7(1978)	100	0	18	18
Jordán	20.0	100	0	0	0
Líbano	2.0	100	30	0	0
España	70.0	100	100	0	0
Sudán	0.1	0	100	40	0
Siria	178.0(1977)	100	11	5424	205
Turquía	240.0	60-70	10-15	1000	1000
USA	65.0	0	100	1150	0

* La mayoría proviene de la colección internacional de lenteja del ICARDA.

Desafortunadamente, se conoce muy poco acerca de la magnitud de la erosión genética de las especies silvestres de lenteja. Sin embargo, es probable que muchos de sus microambientes han sido destruidos a través de los cambios y uso de la tierra.

Paralelamente con el reciente aumento de programas de mejoramiento genético de lentejas se ha puesto de manifiesto que los fitomejoradores tendrán la necesidad de usar una base genética más amplia en sus futuros trabajos. Esta situación es semejante en muchos otros cultivos (ver Frankel y Hawkes, 1975). Esta ahora bien previsto que cualquier estrategia que se tenga para mejorar un cultivo debe incluir la colección y mantenimiento tanto de las variedades nativas como de los tipos criollos y silvestres.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA VARIABILIDAD DE LA LENTEJA CULTIVADA

Un estudio muy completo sobre la distribución geográfica de la variabilidad genética en lentejas fue hecho por Helena Barulina en 1930. Esta autora señala que la mayor acumulación de habas con semilla grande, se encuentra en los países del Mediterráneo como España, Italia y sus islas y Grecia. En lo que se refiere a habas con semilla pequeña, existen varias regiones donde se encuentran variedades de este tipo, como en: el suroeste de Asia (Afganistán, Irán), Transcaucasia, el oeste de Asia (Asia Menor, Siria, Jordán y partes de España).

Barulina (1928), también reportó una considerable variabilidad de lentejas en Afganistán. Sin embargo, en una expedición de colección de germoplasma a Afganistán hecha por ALAD (Solh, Rashid y Hawtin, 1974) no se encontró el rango de variabilidad descrito por Barulina, aún cuando se obtuvo un total de 75 colecciones de 9 provincias. No se ha podido aclarar si el bajo nivel de variabilidad encontrado en 1974 se debió a una real pérdida de genotipos desde el estudio de Barulina o si se debió a que la exploración se hizo en forma incompleta. No se pueden hacer nuevas colecciones por el momento debido a razones políticas. Es claro que las colecciones necesitan ser hechas en forma completa para evitar futuras complicaciones que no permitan disponer de los recursos genéticos.

Chile tiene el historial más largo sobre el cultivo de lenteja en el nuevo mundo, donde la especie fue introducida por los españoles después del año 1500 DC. Este cultivo se realiza en las zonas áridas de la Costa de Chile y también en las partes bajas de los Andes, cubriendo un amplio rango de condiciones agroecológicas. Es probable que exista una considerable diversidad genética en estas áreas debido a la selección que ha

ocurrido para lograr una adaptación local, conjuntamente con el bajo flujo de genes entre los ecotipos, factores que han favorecido la preservación de su variabilidad genética. Por otro lado, hay poca variabilidad en las lentejas de Canadá y los Estados Unidos de Norteamérica. Las variedades de Chile se siembran también en Argentina y el cultivo de la lenteja en México es también reciente. Estudios de la variabilidad existente en las accesiones de germoplasma de México, han confirmado la expectativa de baja diversidad genética en el material mexicano en comparación con las accesiones del viejo mundo.

La información sobre la distribución geográfica de la diversidad genética existente en las lentejas cultivadas, puede ser usada para conocer que tan completas son realmente las colecciones existentes.

COLECCIONES DE GERMOPLASMA DE LENTEJA CULTIVADA

Las colecciones de lenteja realizadas a nivel mundial son mantenidas, con propósitos de fitomejoramiento, en la India, E.U.A y Siria. El Instituto de Investigaciones Agrícolas de la India (AIRI) localizada en Nueva Delhi, mantiene más de 3300 accesiones provenientes de los países que cultivan lenteja en Asia, Africa, Europa y América. El WRPIS localizado en Pullman, Washington, E.U.A., mantiene una colección de alrededor de 1150 accesiones.

El ICARDA mantiene una colección (ILL) de 5424 accesiones procedentes de 53 países (Cuadro 2). Esta colección (ILL) incluye casi la mitad de las colecciones existentes en el WRPIS y en el IARI de la India. Otras colecciones importantes, en duplicado, dentro de las colecciones del ICARDA se indican en el Cuadro 3.

Las colecciones de algunos programas nacionales se listan en el Cuadro 1.

Las colecciones nacionales de India y Turquía incluyen un alto número de accesiones que se han originado en los mismos países. Existe poca información a la fecha, respecto a colecciones de germoplasma de lenteja de los países de Europa Oriental como China y la Unión Soviética. Barulina, en 1928 y 1930 reportó que 1500 accesiones de varias partes del mundo eran conservadas en el Instituto de Botánica Aplicada de Leningrado, Rusia.

Cuadro 2. Area sembrada de lenteja en varios países del mundo (Anon., 1981).
Número de accesiones de estos países en la colección (ILL) del ICARDA.

PAIS	AREA DE LENTEJA (1000 ha)	N DE ACCESIONES
AFRICA	119	509
1 Algeria	16	14
2 Egipto	6	85
3 Etiopía	59	375
4 Libia	--	1
5 Moroco	34	22
6 Somalia	--	2
7 Sudán	--	1
8 Tunisia	4	9
AMERICA (Norte y Centro)	79	49
1 Canadá	--	2
2 Costa Rica	--	1
3 Guatemala	--	2
4 México	10	24
5 E.U.A.	69	20
AMERICA (Sur)	89	353
1 Argentina	22	6
2 Chile	48	335
3 Colombia	17	8
4 Ecuador	1	--
5 Perú	2	3
6 Uruguay	--	1
ASIA	1562	3969
1 Afganistán	--	124
2 Bangladesh	84	36
3 Burma	3	--
4 Chiprus	--	9
5 India	1000	1905
6 Irán	38	902
7 Iraq	10	22
8 Japón	--	1
9 Jordán	9	294
10 Líbano	4	70
11 Nepal	--	12
12 Paquistán	87	37
13 Siria	127	208
14 Turquía	200	313
15 Yemen	--	37
EUROPA	95	278
1 Albania	--	2
2 Austria	--	1
3 Bélgica	--	2
4 Bulgaria	1	23
5 Checoslovaquia	2	17
6 Francia	12	7
7 Alemania Occidental	--	22
8 Alemania Oriental	--	3
9 Grecia	4	92
10 Hungría	1	23
11 Italia	2	8
12 Holanda	--	1
13 Noruega	--	1
14 Polonia	--	4
15 Portugal	--	4
16 Rumania	--	1
17 España	73	151
18 Inglaterra	--	1
19 Yugoslavia	1	25
20 Rusia	9	103
DESCONOCIDAS	--	52
TOTAL MUNDO	1953	5424

Cuadro 3. Principales colecciones de germoplasma de lenteja en la colección (ILL) del ICARDA.

Número de accesiones	Procedencia
75	ALAD Colección de leguminosas de grano en Afganistán
102	ALAD Colecciones de campo en Iraq, Jordán, Líbano y Siria
52	Colección Egipcia, Estación Experimental Giza, Egipto
323	Colección Nacional de Etiopía. Universidad de Addis Ababa. Debre Zeit, Etiopía
51	Colección FAO - USDA, Irán
78	Instituto de Investigación Agrícola de India (IARI), Nueva Delhi, India
108	Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INIA). Córdoba, España
35	Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INIA), Madrid, España
54	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), La Platina, Chile
68	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), San Pedro, Argentina
32	Misión de colección del IBPGR. Yemén, República de Arabia
851	Colección de Pantnagar. Pantnagar, India
58	Centro de Introducción de Plantas (PIC). Menemen, Izmir, Turquía
823	Universidad Agrícola de Punjab. Ludhiana, India
80	Estación Experimental de Leguminosas y Oleaginosas, Berkampore. West Bengal, India
712	Programa Regional de Mejoramiento de Leguminosas (RPIP). USDA, Karaj, Irán
96	Centro de Investigación de Agrobotánica (NIAVT). Tapioszele, Hungría
583	WRPIS, Pullman, Washington, U.S.A. Investigación Agrícola
61	Instituto Central de Genética, Gatersleben, Alemania Occidental

DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y COLECCION DE LENTEJAS SILVESTRES

La distribución geográfica de las cuatro especies silvestres de lenteja se indican en la Figura 23. La facilidad con que se cruzan las especies silvestres Lens orientales y L. nigricans con las lentejas cultivadas, da una idea de la importancia de este cultivo. Algunos estudios de la variabilidad genética dentro de las especies silvestres de lenteja, han sido hechos por Williams et al., 1974, pero la distribución geográfica de esta variabilidad dentro de especies silvestres es completamente desconocida.

No existe una colección que contenga las cuatro especies silvestres. El ICARDA mantiene siete accesiones de lentejas silvestres, de las cuales la mayoría son Lens orientales. Tres especies, L. orientales, L. nigricans y L. ervoides, se mantienen en el Centro de Mejoramiento de Cultivos de la Universidad de Saskatchewan, Canadá. Se conoce que otras universidades también están estudiando otras especies (Ladizinsky, 1979 a y b). No se conoce nada sobre la disponibilidad de la especie silvestre Lens montbretii.

Es un hecho que las colecciones existentes de las cuatro especies silvestres mencionadas, son totalmente inadecuadas y se debe dar una alta prioridad para expandirlas. Cada una de estas especies debe ser colectada de tantas áreas geográficas como sea posible, para poder llegar a contar con colecciones que posean una alta de estas especies. Las especies Lens orientales, L. ervoides y L. montbretii, florecen generalmente durante abril y mayo y la especie L. nigricans en mayo (van der Maesen, 1979). Una estrategia para realizar la colección de estas especies silvestres, puede ser en aquellas localidades donde se tienen estudios de la flora local y también cuentan con herbarios donde ya se encuentran muestras de algunas de estas especies.

COLECCION DE GERMOPLASMA DE LENTEJA

El germoplasma de lenteja que todavía no ha sido colectado, puede ser identificado a través de estudios que relacionen la distribución geográfica de toda la variabilidad genética encontrada con las características (por país) de todas las colecciones conocidas.

i. Especies silvestres

Se necesita hacer colecciones de las cuatro especies, Lens orientales, L. nigricans, L. ervoides y L. montbretii, en todas las áreas geográficas donde se encuentran distri-

buidas.

ii. Lentejas cultivadas

Las áreas geográficas prioritarias para hacer nuevas colecciones, dentro de la especie lenteja, se indica en el Cuadro 4. Muchas de las accesiones que se encuentran en la colección (ILL) del ICARDA, la cual es la más grande en el mundo, provienen de muestras obtenidas en los mercados locales o bien colectadas en el campo o a lo largo de caminos principales, sin ninguna estrategia particular de muestreo. Sin embargo, para encontrar una variabilidad genética de importancia, es necesario hacer colecciones en zonas inaccesibles donde exista una alta diversidad de condiciones ecológicas. Los programas nacionales de germoplasma en los países tendrían grandes beneficios si realizaran colecciones en dichas zonas. Una vez que se haya podido identificar una zona promisoría para realizar colecciones, se deben definir muy bien las estrategias de muestreo. En la ausencia de una información previa sobre la distribución de la variabilidad en una zona de colección seleccionada, se recomienda hacer un muestreo siguiendo un marco de líneas paralelas (Hawkes, 1976) y a cada 10 cm a lo largo de las principales rutas escogidas (Witcombe, Capítulo 1).

Algunas accesiones en la colección (ILL) del ICARDA tienen muy pocas semillas y consecuentemente no son una muestra representativa de la variación genética presente dentro de las variedades nativas. En cada sitio donde se vaya a hacer una colección de lenteja, se deben tomar vainas de unas 40 plantas localizadas al azar, para obtener una muestra adecuada de la variabilidad de la población y también para permitir que la muestra de semilla colectada se pueda dividir en ese momento sin tener que multiplicarse de inmediato.

Cuadro 4. Areas geográficas prioritarias para obtener nuevas colecciones de lentejas cultivadas.

Continente	País	Región y comentarios
Africa	Algeria Moroco	
Asia	Bangladesh Burma India Iraq Paquistán	Praderas de Bihar y Madhya Norte y Noreste
Sur América	Chile	Estribaciones de los Andes

Muchas accesiones en el banco (ILL) del ICARDA carecen de información acerca del sitio donde fueron colectadas y solamente se conoce el país de origen. Por ejemplo, la única información que se tiene disponible dentro de las 599 accesiones de Irán, es que ellas fueron colectadas en algún sitio de ese país. La obtención de una apropiada documentación al momento de hacer la colección es indispensable. Los intercambios de germoplasma entre los institutos de investigación deben ir acompañados por esta documentación.

MANTENIMIENTO DE GERMOPLASMA DE LENTEJA

Después de hacer una colección de germoplasma, la semilla de las accesiones debe separarse en dos partes, una para colección nacional de germoplasma y la otra para un banco donde se pueda hacer un almacenamiento a largo plazo. El tener las accesiones duplicadas por lo menos en dos bancos bajará la probabilidad de su pérdida. En ICARDA, algunas de sus accesiones están duplicadas en otros bancos. Las colecciones nacionales de germoplasma son un importante recurso genético para los programas locales de fitomejoramiento (Haddad, Capítulo 8).

El mantenimiento de la variabilidad genética del germoplasma colectado durante su multiplicación o regeneración, puede ser más fácil en los bancos de germoplasma nacionales que en los internacionales. Los cambios genéticos que ocurran en las accesiones debido a la selección natural, serán menores si el medio ambiente donde se multiplica es similar al sitio donde se realizó originalmente la colección.

De cada accesión de lenteja que se encuentra en el banco del ICARDA, se siembran 1500 semillas en parcelas de seis hileras separadas 0.25 m y con 5 m de longitud, usando un diseño experimental denominado diseño aumentado, (Federer, 1956). Cuando una colecta o accesión llega a un centro nacional o internacional de recursos genéticos, esta debe sembrarse tanto para multiplicar su semilla como para hacer una evaluación preliminar de sus características. Se deben tomar precauciones para tratar de mantener la estructura genética de la accesión.

Es preferible hacer una sola multiplicación grande de semilla en un ciclo agrícola, a tener varios ciclos con pequeños incrementos de semilla. Este procedimiento disminuirá los efectos de selección natural o artificial, los cambios de genes debidos al azar y la mezcla mecánica de semilla. De esta semilla multiplicada se hacen submuestras, las

cuales son utilizadas en evaluaciones más precisas, en su distribución a otros sitios de estudio y parte para ponerse en un almacenamiento a largo plazo. Las recomendaciones de prácticas agronómicas locales deben seguirse durante la multiplicación de la semilla de germoplasma.

Las características morfológicas y agronómicas que fueron estudiadas en la evaluación preliminar del germoplasma, deben corresponder a aquellas que se encuentran en la lista de descriptores. Esto permitirá tener una uniformidad en la caracterización del germoplasma. Esto a su vez facilitará el intercambio de datos de pasaporte del germoplasma entre mejoradores. El IBPGR publicará una lista completa de los descriptores mínimos para la caracterización de colecciones de lenteja.

La colección activa de germoplasma del (ILL) del ICARDA se encuentra almacenada en frascos de plástico, con una cantidad aproximada de 750 g de semilla por frasco, bajo condiciones de temperatura y humedad ambientales. Se está planificando en el ICARDA construir un banco para almacenamiento de germoplasma a largo plazo. La colección de lentejas que tiene el Centro actualmente, se está usando como una colección activa de germoplasma con propósitos de mejoramiento genético.

VARIABILIDAD EN ALGUNOS CARACTERES DE LA LENTEJA CULTIVADA

La impresión de que exista una baja variabilidad genética en la colección mundial de lenteja, comparada con otros cultivos, no es correcta. Ya se ha iniciado una evaluación sistemática de la variabilidad genética de la lenteja para su utilización en programas de mejoramiento, como es la resistencia a patógenos causantes de marchitez (Fusarium oxysporum f. sp. lentis) (Kannaiyan y Nene, 1976; Khare y Joshi, 1974; Khare y Sharma, 1969); roya (Uromyces fabae) (Agrawal et al., 1976; Nene et al., 1975); mildew polvoso (Erysiphe polygoni) (Khare et al., 1971; Mishra, 1973) y virus del mosaico transmitido por la semilla de alverja (Muehlbauer, 1977). El germoplasma ha sido también estudiado por su tolerancia a la sequía y a la salinidad (Bhuktiar, 1979; Jana y Slinkard, 1979); por características de la semilla (Sharma y Kant, 1975); por su resistencia a trips (Hudson et al., 1973); al barrenador de la vaina (Etiella zinckenella) (Kooner et al., 1978). Se ha encontrado variabilidad para todas estas características dentro de las colecciones de germoplasma.

Los fitomejoradores que deseen estudiar la variación que existe en las colecciones

de germoplasma, necesitan conocer el rango de variabilidad que se encuentra disponible. Este rango de variación en algunos caracteres cuantitativos de importancia en lenteja, se describen en el Cuadro 5. Estos rangos fueron verificados en la colección (ILL) sembrada en Tel Hadya, Siria, durante la temporada 1978-79 cuando se tuvo una precipitación pluvial de 235 mm, con una distribución normal.

Carácter	Rango de variación	Media	Número de accesiones estudiadas	CV (%)
Peso 100 semillas (g)	1.1-8.6	3.2	3974	--
Proteína cruda (%)	20.6-33.4	28.1	1863	6.4
Días a la cosecha	154-197	170.3	2958	1.6
Altura de planta (cm)	10-45	25.5	2895	8.0
Altura de la vaina más baja (cm)	6-30	14.1	1772	1.0
Número de vainas por pedúnculo	1.0-1.7	1.1	403	2.1

La variación sobre el peso de 100 semillas, tomado en 3974 accesiones, fue de 1.07 a 8.55 y con una media general de 3.2 g. Este rango es más grande que los reportados por Barulina (1930) y Sharma y Kant (1975). Las dos accesiones con un peso de 100 semillas menor a 1.5 g provienen de Afganistán; mientras que las dos accesiones con más de 8.5 g por 100 semillas, se originaron en Siria. La distribución de las accesiones para el carácter del peso de 100 semillas, es continua. Esto confirma la observación hecha tanto por Williams et al. (1974) y Sharma y Kant (1975) sobre la clasificación arbitraria de las lentejas en los dos grupos de macrosperma y microsperma, basándose en el tamaño de la semilla.

En el ICARDA, por razones prácticas, se ha tomado el peso de 4.5 g/100 semillas (relacionado con el diámetro de la semilla), para separar las accesiones de germoplasma en los grupos microsperma y macrosperma. El diámetro de la semilla se correlaciona altamente con el peso de la semilla (Eser, 1970) y no hay diferencias significativas respecto al promedio del grosor de la semilla, tanto dentro de las lentejas grandes como de las pequeñas (Barulina, 1930; Eser, 1970). En las latitudes bajas del viejo mundo (Afganistán, Bangladesh, Egipto, Etiopía, India, Pakistán y Sudán), se encuentran exclusivamente tipos de lenteja con semilla pequeña y estos son de maduración más temprana que los tipos del grupo macrosperma.

El porcentaje de proteína cruda ($N \times 6.25$) de las 1863 accesiones de germoplasma, fue medido con un autoanalizador Technicon, expresando los datos en base a peso seco. La variación encontrada fue de 20.6 a 33.4% con un promedio de 28.1%. El rango de proteína cruda reportado por Williams et al. (1975), estuvo entre 15 y 30%. En la colección (ILL) del ICARDA el coeficiente de variación fue de solamente 6.4%, mostrando esto un bajo nivel de heterogeneidad ambiental para el contenido de proteína cruda en el experimento.

Las cinco accesiones con el mayor porcentaje de proteína cruda fueron de Hungría y Turquía, mientras que las entradas con el contenido más bajo procedían de Etiopía e Irán. Todas estas entradas eran del grupo microsperma. Las accesiones de Etiopía fueron las que observaron el mayor rango. El promedio de proteína de las accesiones de Grecia, Hungría, Irán, Líbano, Turquía y Rusia fueron más altos que la media general. El material Griego y Turco fue reportado también con alto contenido de proteína por Williams et al. (1975). Debido a que la correlación entre el tamaño de la semilla y el contenido de proteína no fue significativa, es posible que se puedan desarrollar cultivares macrosperma con alto contenido de proteína.

El tiempo a la madurez que fue medido en 2958 accesiones, tuvo un rango de variación de 154 a 197 días. El material más precoz fue el proveniente de Etiopía e India, pero se observaron también accesiones precoces de Irán y Yemén. El coeficiente de variación de la accesión que se sembró como testigo fue bajo (1.6%).

Las accesiones que procedían de latitudes bajas en el viejo mundo, fueron precoces en su madurez, mientras que el material de Europa, Rusia y Turquía fue generalmente más tardío que el promedio general. Es interesante observar que en este análisis, las accesiones de la India mostraron poca variabilidad en el tiempo de maduración; sin embargo, en otros estudios en India, se ha observado una considerable variabilidad tanto en el tiempo de floración como de madurez en el germoplasma de lenteja (Kant y Sharma, 1975; estudio del ICARDA de los recursos genéticos de lenteja). El tiempo a la madurez es un carácter que al evaluarlo en un solo medio ambiente, no da oportunidad a analizar bien el valor genético de las accesiones; obligadamente se requiere estudiar este tipo de factores en un amplio rango de medios ecológicos.

La variación que se encontró sobre la altura de planta, en la colección (ILL) del ICARDA fue de 10 a 45 cm. La accesión con mayor altura fue la variedad Laird procedente de Canadá (ILL 4349). Las accesiones de Egipto, Grecia y Turquía fueron generalmente

más altas que el promedio y el material Egipcio fue tanto precoz como alto. Las plantas altas son más fáciles para cosecharse tanto a mano como con máquina, en comparación con plantas pequeñas.

La cosecha mecánica de lentejas se verá facilitada enormemente con la introducción de variedades que tengan plantas altas y son sus primeras vainas separadas del suelo. Esta última característica es particularmente importante en el Asia Menor, donde el cultivo de las lentejas se hace en terrenos muy pedregosos. El rango en altura de las vainas con relación al suelo fue de 6 a 30 cm en 1772 accesiones. La variedad Laird que es también alta, tuvo las primeras vainas muy separadas del suelo.

El número promedio de vainas por pedúnculo varió de 1.0 a 1.7 en 403 accesiones. La media de todas las accesiones fue de 1.1 vainas por pedúnculo, predominando los pedúnculos con una sola vaina. El coeficiente de variación de la accesión que se tuvo como testigo fue de 2.1%. Nueve de las diez accesiones con el menor número de vainas por pedúnculo fueron del grupo microsperma.

Esta evaluación sistemática del germoplasma es un ejemplo del análisis inmediato que se puede hacer en las colecciones de lenteja para beneficio de los fitomejoradores. Mirando al futuro, los cambios que se produzcan en el uso y cultivo de lentejas, alterarán indudablemente las prioridades y estrategias que se sigan en los programas de mejoramiento de esta leguminosa comestible.

BIBLIOGRAFIA

1. **AGRAWAL, S.C., KHARE, M.N. and AGRAWAL, P.S. 1976. Field screening of lines for resistance to rust. *Indian Phytopathology* 29:208.**
2. **ANONYMOUS. 1981. *FAO Production Yearbook*. Rome, Italy: FAO.**
3. **BARULINA, H. 1928. *Lentils of Afghanistan. Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, Leningrad. (English summary)*.**
4. **BARULINA, H. 1930. *Lentils of the USSR and other countries. Pages 265-304 in Sppl. 40 to the Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, Leningrad. (English summary)*.**

5. BHUKTIAR, B.A. 1979. Lentil germination under simulated moisture stress and salinity. M.Sc. Thesis. American University of Beirut, Beirut, Lebanon.
6. ESER, D. 1970. Turkiye de Yetistinen mercimek cesterinin onemli morfolojik karakterlin uzerinde arastirmalar. Ziraat Fakultesi Yayinlan: 383, Bilimsa, Arastimave Incelemeler: 233, Ankara University. (English summary).
7. FEDERER, W.T. 1956. Augmented (or Hoonnuaku) designs. Hawaiian Planters Records 55: 191-208.
8. FRANKEL, O.H. and HAWKES, J.G. (eds.). 1975. Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow. Cambridge, U.K. Cambridge University Press.
9. HAWKES, J.G. 1976. Manual for field collectors (seed crops). AGPE: Miscellaneous 7. Rome, Italy: FAO.
10. HUDSON, L.W. *et al.* 1973. Lentil inventory Lens esculenta: Catalog of seed available from the Western Regional Plant Introduction Station. Washington State University, Washington, USDA. USA.
11. JAIN, S.K. and ALLARD, R.W. 1960. Population studies in the predominantly self-fertilized species. I. Evidence for heterozygote advantage in a closed population of barley. Proceedings National Academy of Science, U.S. 46: 1373-1377.
12. JANA, S.K. and SLINKARD, A.E. 1979. Screening for salt tolerance in lentils. LENS 6: 25-27.
13. KANNAIYAN, J. and NENE, Y.L. 1976. Reactions of lentil germplasm and cultivars against three root pathogens. Indian Journal of Agricultural Science 46: 165/167.
14. KANT, K. and SHARMA, B. 1975. Variation in flowering time of lentil under Indian conditions. LENS 2: 15-16.
15. KHARE, M.N. and JOSHI, L.K. 1974. Studies on wilt of lentil. Annual Report 1973-74 of PL-480 scheme. J.N. Agricultural University, Jabalpur, India.
16. KHARE, M.N. and SHARMA, H.C. 1969. Field screening of lentil varieties against Fusarium wilt. Mysore Journal Agricultural Science 4: 354-356.
17. KHARE, M.N. *et al.* 1971. Diseases of rabi pulses in Madhya Pradesh - screening of varieties for disease resistance. In: Proceedings, All India Workshop on

Rabi Pulses. Indian Council for Agricultural Research, New Delhi.

18. KOONER, B.S., SINGH, B. and SINGH, K.B. 1978. Preliminary screening of lentil germplasm against pod borer, Etiella zinckenella Triet. LENS 5: 1-3.
19. LADIZINSKY, G. 1979a. The wild gene pool of lentil. LENS 6: 24.
20. LADIZINSKY, G. 1979b. The origin of lentil and its wild gene pool. Euphytica 28: 179-187.
21. MISHRA, R.P. 1973. Studies on powdery mildew of lentil (Erysiphe polygoni BC) in Madhya Pradesh. Punjabras Krishi Vidyapeeth Journal 2: 72-73.
22. MUEHLBAUER, F.J. 1977. Resistance in lentils to pea seed borne mosaic virus. LENS 4: 31.
23. NENE, Y.L., KANNAIYAN, J. and SAXENA, G.C. 1975. Note on performance of lentils varieties and germplasm cultures against Uromyces fabae (Pers.) de Bary. Indian Journal of Agricultural Science 45: 177-178.
24. SHARMA, B. and KANT, K. 1975. Variability for seed characters in the world germplasm of lentil. LENS 2: 12-14.
25. SOLH, M., RASHID, K. and HAWTIN, G.C. 1974. Food Legume Colletion. Afghanistan July-August 1974. Arid Lands Agricultural Development Program, Lebanon: Ford Foundation. (mimeographed).
26. van der MAESEN, L.J.G. 1979. Genetic resources of grain legumes in the Middle East. Pages 140-146. In: Food Legume Improvement and Development, eds. G.C. Hawtin and G.J. Chancellor: IDRC-ICARDA.
27. WILLIAMS, J.T., SANCHEZ, A.M.C. and JACKSON, M.T. 1974. Studies on lentils and their variation. I. The taxonomy of the species. SABRAO Journal 6: 133/146.
28. WILLIAMS, J.T., SANCHEZ, A.M.C. and CARRASCO, J.F. 1975. Studies on lentils and their variation. II. Protein assessment for breeding programs and genetic conservation. SABRAO Journal 7: 27-36.
29. WILSON, V.E. and LAW, A.G. 1972. Natural Crossing in Lens esculenta Moench. Journal of the American Society of Horticultural Science 97: 142-143.

7. Susceptibilidad a otros factores críticos
 - 7.1. Baja temperatura
 - 7.1.1. Muerte por efecto invernal
 - 7.1.2. Daño de baja temperatura
 - 7.2. Sequía
 - 7.3. Alta humedad del suelo
 - 7.4. Salinidad
8. Susceptibilidad a plagas y enfermedades
 - 8.1. Plagas
 - 8.1.1. Afido del caupí, Aphis craccivora
 - 8.1.2. Sitona spp. (picudo)
 - 8.1.3. Bruchus spp. (picudo)
 - 8.1.4. Etiella zinckenella, Barrenador de la vaina
 - 8.1.5. Otros (explicar en las notas del descriptor, II)
 - 8.2. Hongos
 - 8.2.1. Roya, Uromyces fabae
 - 8.2.2. Ascoquita, Ascochyta spp.
 - 8.2.3. Marchitamiento vascular, Fusarium oxysporum f. sp. lentis
 - 8.2.4. Mildew vellosa, Peronospora lentis
 - 8.2.5. Otros (explicar en las notas del descriptor. II)
 - 8.3. Bacterias
 - 8.4. Virus
 - 8.5. Malezas parásitas
 - 8.5.1. Orobanche spp.
 - 8.5.2. Otros (explicar en las notas del descriptor. II)
9. Composición de aloenzimas
10. Caracteres citológicos y genes identificados
11. Notas.

MEJORAMIENTO GENETICO DE LENTEJA

✓
Gabriel Bascur Bascur *

I. INTRODUCCION

La lenteja (Lens culinaris, Med.) es una especie que se encuentra ampliamente distribuida en todo el mundo. Sin embargo, considerando la producción mundial, la zona más importante corresponde a Asia con aproximadamente un 70%, siendo el aporte de América del Sur de solo 3.7% de la producción total, concentrándose las principales áreas productoras en los países de Chile y Argentina.

El rendimiento en grano de la lenteja es bajo (según FAO para 1985 fue de 706 kg/ha promedio mundial) comparado con otras especies como trigo u otros cereales. Aunque esta situación es general para la mayoría de leguminosas de grano, demuestra que son especies poco eficientes desde el punto de vista fisiológico y que existen una serie de aspectos o características en la planta que hacen que su productividad sea baja.

Considerando la importancia que representa esta especie en la alimentación humana, se han hecho en distintos países innumerables esfuerzos para mejorar la productividad. Es así como en la actualidad en casi la mayoría de los países productores existen programas nacionales de investigación, así como también de organismos internacionales destinados a incrementar el rendimiento unitario.

Para lograr esta gran desafío, se han utilizado distintas estrategias para mejorar las prácticas culturales (época de siembra, densidad de plantas, métodos de siembra), introducción de nuevas tecnologías (uso de pesticidas, herbicidas, mecanización, etc.). Sin embargo, uno de los mecanismos más efectivos es el mejoramiento genético que permite actuar directamente a nivel de planta para corregir y mejorar aquellas características que aparecen como poco favorables o negativas desde el punto de vista de eficiencia; es decir, el mejoramiento genético nos permitirá aumentar el potencial de rendimiento de la especie.

* **Ing. Agr., M.Sc. Líder Nacional. Programa de Leguminosas de Grano. INIA. Santiago, Chile.**

II. DETERMINACION DE PRIORIDADES Y OBJETIVOS

Sin lugar a dudas que el término "mejoramiento genético" involucra muchos aspectos, por lo que se hace imprescindible que todo programa de investigación que lo tenga como base, defina claramente su objetivo y establezca las prioridades de acuerdo con la problemática existente en una región o país.

Dependiendo de las necesidades es que existen diversas vías para lograr aumentar el potencial de rendimiento mediante el mejoramiento genético. Es así como una de las más utilizadas es a través de la incorporación de resistencia a enfermedades, mejoramiento para componentes fisiológicos (tipo de planta), para rendimiento propiamente tal, fijación simbiótica de nitrógeno, adaptación a determinadas condiciones agroecológicas (resistencia a sequía, tolerancia al frío), calidad, etc.

Potencial de rendimiento

El rendimiento es el resultado de la expresión de innumerables caracteres en la planta y, consecuentemente, está controlado por un gran número de genes. Además de ser un carácter altamente cuantitativo, en la expresión de todos los genes que lo regulan existe una fuerte dependencia de la interacción genotipo-ambiente. Toda esta situación hace que el mejoramiento para rendimiento sea muy difícil.

Para lograr avances en el mejoramiento de este carácter, se debe hacer a través de un trabajo conjunto tanto a nivel de genotipo como también de manejo de cultivo para explotar en forma positiva la interacción genotipo-ambiente.

En lenteja estos dos aspectos no han sido estudiados o explorados adecuadamente. Sin embargo, hay algunos ejemplos donde la selección de líneas puras a partir de tipos locales han dado origen a variedades que han presentado, con un manejo convencional, un mejor rendimiento. Tal es el caso de variedades como Laird en Canadá, Tekoa en USA, Giza-9 en Egipto, Araucana-INIA en Chile.

Sin embargo, se considera que a través de un manejo no convencional se pueda lograr incrementos en el rendimiento aún mayores, ya que esto permitiría explotar mejor la interacción genotipo-ambiente.

Muchos estudios se han realizado para analizar la relación del rendimiento con otras características de la planta, especialmente con los componentes de rendimiento. Es así como el más altamente correlacionado es el número de vainas por planta; sin embargo, debido a la plasticidad que presenta la planta de lenteja existe una tendencia a la compensación con otros componentes. Se ha visto que el rendimiento está negati-

vamente correlacionado con el tamaño del grano, lo que demuestra que es muy difícil el mejoramiento para este carácter por sí solo.

Resistencia a enfermedades

En general, la lenteja no presenta grandes problemas de enfermedades a nivel mundial en comparación a otros cultivos, con excepción de algunos países donde existen algunas enfermedades que se pueden considerar como limitantes a la producción y presentan una cierta importancia económica.

Las enfermedades que en la actualidad han despertado alguna atención del mejoramiento genético han sido marchitez y pudrición de raíces en la que se han identificado fuentes de resistencia para algunas razas de Fusarium oxysporum f.sp. lentis.

La roya de la lenteja (Uromyces fabae) es importante en la India, Etiopía, Pakistán y Chile, donde se han identificado fuentes de resistencia y se han desarrollado líneas promisorias y variedades resistentes, utilizándose de preferencia hibridaciones artificiales.

Antracnosis (Ascochyta lentis) y mildiu (Peronospora lentis) también pueden ser importantes bajo ciertas condiciones en algunos países.

Se ha identificado fuentes de resistencia y están siendo usadas en programas de mejoramiento.

Tipo de planta y cosecha mecánica

Uno de los principales problemas que está afectando al cultivo de la lenteja en el mundo es su alta demanda de mano de obra, especialmente en la cosecha que se hace en forma manual en la mayoría de los países, excepto en Norte América.

Para solucionar este problema se debe mejorar el hábito de crecimiento de la planta, disminuir su tendadura (acame), concentrar madurez, dehiscencia de vainas, posición de vainas, etc.; características presentes en el germoplasma cultivado pero que no permiten la cosecha mecánica.

Rendimiento para adaptación

En algunas zonas del mundo se necesita disponer de genotipos que se adapten a condiciones de día corto (11 horas). En general la lenteja es una planta de día largo por lo que se hace necesario mejorar la adaptación de estos tipos a través de la sensibilidad al fotoperíodo.

Normalmente los materiales de origen mediterráneo responden al día largo y se están utilizando para cruzarlos con genotipos de alto rendimiento en India para mejorar la sensibilidad al fotoperíodo y sincronizar la floración a las condiciones ambientales de ese país.

Calidad

Hay varios aspectos que están relacionados con la calidad en lenteja; sin embargo, no existen parámetros definidos ya que estos dependen principalmente de las necesidades de cada país.

Color y tamaño de semilla, cantidad y calidad de proteína, dureza y calidad culinaria, son algunas características que se están trabajando en algunos programas de mejoramiento, existiendo variabilidad genética para muchos de ellos y que pueden ser utilizados.

III. ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO

Una vez identificada la problemática y definidos los objetivos, se debe establecer como se va a desarrollar el trabajo de mejoramiento genético, su implementación y la estrategia a utilizar para cumplir los objetivos planteados.

1. Estrategia de mejoramiento

a. **Mejoramiento por selección:** cuando se inicia un trabajo de mejoramiento, la selección de materiales a partir de tipos locales puede ser una vía rápida y sencilla. Para poder utilizar esta estrategia es imprescindible que en la zona o país hacia donde va a estar dirigido, haya existido por mucho tiempo el cultivo de lenteja.

Esta estrategia se basa principalmente en el aprovechamiento de la variabilidad natural que se ha generado con el tiempo en la especie, siendo posible identificar tipos locales con una mejor adaptación a determinadas zonas. También es frecuente encontrar variabilidad para período de crecimiento, tipo de planta y en algunas características de grano.

Para utilizar esta metodología se requiere primeramente de un conocimiento de las zonas o regiones donde existe esta variabilidad. Luego se debe hacer una recolección de los distintos tipos observados y, posteriormente, se procede a hacer una evaluación de todos los materiales.

El manejo de estos materiales en el campo se puede hacer de dos maneras:

- **Selección masal:** si el material original es homogéneo para la mayoría de las características deseadas y ha sido colectado como un conjunto de plantas, se debe manejar la primera etapa de selección en forma masal. Durante el desarrollo de la etapa S1, se observa el material en forma permanente eliminándose aquellas plantas que presentan alguna característica no deseada. Posteriormente, se cosecha en forma masal todo el material y dependiendo de la efectividad de la selección, el material generado puede pasar directamente a ser incrementado como material básico para utilizarlo como variedad.

En caso de que aún existiera mucha variación para algunas características, se debe nuevamente hacer una selección en la etapa S2 hasta dejar el material relativamente homogéneo.

Este método se basa principalmente en aumentar la frecuencia de genotipos con características deseables y reducir la frecuencia de genotipos indeseables en una población.

- **Selección por línea pura:** cuando en una población autóctona o tradicional se observa variabilidad, se hace necesario seleccionar plantas individuales que posteriormente permitan reproducir esta variación para evaluarla. Existen varias etapas en esta metodología; primeramente se debe hacer un gran número de selecciones individuales para tener representada toda la variabilidad observada en la población original; posteriormente cada planta es manejada en forma separada en viveros donde a cada planta le corresponde una hilera. En la etapa S2 se evalúan las distintas líneas de acuerdo a distintos parámetros (precocidad, tipo de planta, floración, comportamiento a enfermedades) y se van eliminando aquellas selecciones que no interesan, para quedarse solamente con las líneas puras más promisorias.

Como normalmente un gran número de líneas son eliminadas por tener características indeseables, las más promisorias son evaluadas posteriormente en ensayos de rendimiento para identificar las más sobresalientes.

La utilización del mejoramiento por selección está basado en el principio de que la lenteja es una especie de autofecundación, que no presenta bajo condiciones de campo, cruzamiento natural o en muy bajo porcentaje, situación que asegura que cualquier planta seleccionada es homocigota para sus características.

Es en este principio básico donde está basada la rapidez del método, ya que al no producirse segregación en la etapa S1, todas las características están fijas, por lo que la eficiencia del método va a depender de la capacidad de selección que existe de parte del mejorador.

b. **Mejoramiento por introducción:** consiste en utilizar directamente germoplasma generado o proveniente de otros países. Esta estrategia es útil cuando los requisitos del material que un programa de mejoramiento necesita son coincidentes con materiales ya existentes y conocidos.

Esta metodología también es rápida y de mucha utilidad cuando se está iniciando un programa, ya que una vez ubicado el genotipo se debe proceder a evaluarlo para conocer su adaptación a determinadas condiciones. Si este material satisface las necesidades del mejorador, puede ser liberado rápidamente. Se considera que no debe ser base de un programa de mejoramiento por la dependencia que involucra; sin embargo, es una alternativa más de que dispone un mejorador.

c. **Mejoramiento por hibridaciones:** cuando la variabilidad genética natural (tipos locales) ha sido utilizada al máximo; es decir, está agotada o simplemente no hay, existe la alternativa de generarla a través de "hibridaciones artificiales".

Cuando se decide establecer un programa de hibridaciones se debe tener presente que es a largo plazo y que involucra una serie de etapas, metodologías de manejo de poblaciones, así como también de infraestructura.

De acuerdo a los objetivos planteados, los cuales deben ser muy claros, la etapa fundamental o básica y de la cual va a depender el éxito del programa, radica en la elección de los progenitores.

Identificación de progenitores: el grado de conocimiento de las fuentes de variación genética es determinante en la elección de los padres. En este aspecto, resulta de alta relevancia que el mejorador conozca la variabilidad existente en la especie y dónde se puede ubicar. Es en esta etapa donde resulta muy importante la evaluación y caracterización de germoplasma.

En la actualidad existe un conocimiento de la variabilidad que hay en gran parte del germoplasma mundial, ya que ICARDA tiene evaluado un gran número de entradas y cuya información está disponible para orientar a los mejoradores en sus necesidades. Esta situación facilita en gran medida todo el proceso de identificación de progenitores.

Desarrollo de las hibridaciones: una vez identificados los padres a utilizar se debe diseñar e implementar los bloques de cruzamientos, que pueden estar ubicados en el campo, invernadero o cámaras de crecimiento.

Debido a que la planta de lenteja es baja y la estructura floral es muy pequeña se dificulta mucho la manipulación para realizar el proceso de emasculación y

polinización, por lo que es recomendable establecerlo en invernadero.

Dependiendo del objetivo, es decir, para que característica se está mejorando y de la herencia de ese carácter es el número de cruces y de hibridaciones que se deben realizar.

Al respecto, existen antecedentes sobre la identificación de muchos genes en lenteja, el carácter que está influyendo así como también la genética de ellos. En el Cuadro 1 se incluye la información para algunos genes, así como la referencia del investigador que hizo la descripción.

Esta información es muy importante conocerla ya que permite dimensionar la magnitud de un programa de cruzamientos.

Además, se debe considerar que la eficiencia es la metodología de cruzamientos es variable, oscilando entre 40-80% dependiendo de las condiciones principalmente de temperatura y humedad relativa al momento del cruzamiento.

En la actualidad existen muchos antecedentes respecto a cual es la metodología más apropiada para la hibridación artificial y las condiciones óptimas para maximizar la eficiencia.

Una vez realizada la hibridación se debe esperar el desarrollo normal de la vaina y grano hasta que complete su madurez. Completado el ciclo, se procede a la cosecha de las hibridaciones en las distintas cruces y en ese momento se tiene el pool de genes básico para iniciar el trabajo posterior de selección y mejoramiento.

Este trabajo consiste básicamente en reproducir el híbrido para obtener la primera generación (F1). El objetivo en esta etapa es lograr producir el máximo de semillas en todos los híbridos para tener una muy buena población en la generación F2. Como en esta generación se manifiesta por primera vez la segregación, es con base en el objetivo general del programa que se hará el manejo de las poblaciones segregantes.

Manejo de poblaciones: existen varios métodos para manejar el material segregante o combinaciones de ellos.

El "método de pedigree", consiste básicamente en manejar el material como planta individual, familia o progenie desde las primeras generaciones. Este método permite conocer todos los antecedentes relacionados con la genealogía y comportamiento de cada familia en forma separada, por lo que desde ese punto de vista es más ventajoso. Sin embargo, la principal desventaja es que es muy laborioso y obliga a manejar mucho material a nivel de campo, con una alta demanda de tiempo

Cuadro 1. Lista de genes descritos en lenteja

SIMBOLO ALELO	CARACTER	REFERENCIA
Fn	Flores por inflorescencia	Gill y Malhotra
Gh	Hábito de crecimiento	Ladizinsky
Gs	Color de epicotilo	Ladizinsky
I	Inhibidor color cotiledon	Slinkard
O	Color cotiledon (similar a Yc) Singh	
P	Color de flor	Lal y Srivastava
Pi	Indehiscencia vaina	Ladizinsky
Sbv	Resistencia virus mosaico semilla arveja	Haddad <u>et al.</u>
Scp	Jaspeado de cutícula semilla	Ladizinsky
V	Color de flor	Lal y Srivastava Wilson y Hudson
W	Color de flor	Wilson y Hudson
Yc	Color de cotiledon	Slinkard

Fuente: F.J. Muehlbauer y A.E. Slinkard (9).

para evaluar y seleccionar las nuevas familias.

Este método es adecuado para seleccionar características de alta heredabilidad como resistencia a enfermedades o aquellas controladas por genes simples. Además, permite determinar la variabilidad que se produce dentro de una progenie y comparar distintas progenes, de tal forma de poder ir eliminando las familias que no presentan buenas características.

En F5 normalmente ya se puede comparar las progenes con variedades comerciales en ensayos preliminares de rendimiento, ya que se espera que en esa generación las características altamente heredables estén estabilizadas. De ahí en adelante se continuará la selección pero en base a rendimiento.

El "método de población masal" (bulk), en este método se maneja el total de la población o grandes poblaciones en F2, para lo cual se cosecha toda la población en forma masal. Para establecer la generación siguiente se toma una muestra del bulk lo más representativa posible. De esta forma, se va avanzando las generaciones hasta alcanzar los objetivos planteados, cosa que normalmente ocurre cuando existe una alta proporción de homocigosis, o sea que se han eliminado en forma natural o por selección los genotipos indeseables y la población presenta una buena adaptación.

La ventaja de este método es que es muy simple, de bajo costo y no demanda gran cantidad de dedicación en las evaluaciones y selecciones. Como el método está basado en muestras de la población, permite probarlas en distintas localidades para determinar rápidamente la adaptación de los materiales. La principal desventaja es que por tener como base una muestra de la población, puede ocurrir que no todos los genotipos queden incluidos en ella, pudiendo quedar excluidos buenos genotipos. Algunos antecedentes indican que un 75% de la población original en F2 no está representada en la progenie al cabo de cuatro generaciones. Esta situación puede ser favorable si eventualmente corresponde a genotipos indeseables.

Por esta razón es que este método no se recomienda para mejorar características controladas por varios genes, ya que su probabilidad de encontrar esos genotipos es más baja y por lo tanto difícil de identificar, como algunas características de grano.

Lo más común es utilizar una modificación de este método o combinaciones como masal-pedigree, masal-descendencia simple o alguna otra forma que permita disminuir el riesgo de pérdidas de genotipos favorables.

El "método de descendencia simple", consiste en tomar una semilla (vaina) de

cada planta a partir de F2 para producir las siguientes generaciones, de esta misma forma hasta F5-F6. Luego se seleccionan líneas puras que son comparadas y evaluadas para rendimiento con variedades comerciales.

Este método es menos influido en la pérdida de genotipos favorables ya que no se basa en muestras. Sin embargo, como la existencia de cada genotipo está basada en una semilla, la presencia de ese genotipo va a depender de la viabilidad de esa semilla, pudiéndose producir también pérdidas de genotipos de una generación a otra.

Otra ventaja es que necesita de pequeñas poblaciones, es de bajo costo y en algunos casos se ha demostrado que es eficiente para rendimiento y otras características como altura de planta y madurez.

d. Mejoramiento por retrocruza: corresponde a una modificación del mejoramiento por hibridaciones, en el cual una vez obtenido el híbrido original se continúa cruzándolo con uno de los padres que es el que posee una característica que se debe traspasar y mantener en las generaciones futuras. Las hibridaciones entre el híbrido original y el padre se denomina retrocruza y el progenitor padre recurrente.

Es muy usado para transferir características de alta heredabilidad y en lenteja se puede usar para transferir el tamaño del grano, especialmente cuando se busca tamaño grande.

Existen otras alternativas para manejar poblaciones segregantes, las que también están basadas en hibridaciones. Solamente que puede ser usado cuando el carácter a mejorar está controlado por muchos genes, son de efecto acumulativo y se deben hacer frecuentes recombinaciones para lograr una dirección favorable en la concentración de genes. Estos métodos corresponden a la selección cíclica recurrente y a dialelos selectivos, los cuales no son muy apropiados para lenteja debido a que requieren de un alto número de cruza e hibridaciones y con cierta frecuencia, situación que es dificultosa en esta especie.

Otras estrategias de mejoramiento: existen otras metodologías para provocar variabilidad genética como mutación, uso de poliploidía, las que en la actualidad no han sido muy utilizadas en lenteja.

IV. ETAPAS DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO

Se han analizado los conceptos básicos y principios del mejoramiento genético en lenteja, así como también las estrategias y metodologías que pueden ser usadas.

Una vez decididos los objetivos que va a tener el trabajo de mejoramiento y, suponiendo que la fuente de variabilidad genética serán las hibridaciones, para implementarlo y ponerlo en marcha se deben cumplir una serie de etapas lógicas hasta la obtención de resultados:

1. Evaluación e identificación de progenitores
2. Programación de las cruzas
3. Establecimiento de los bloques de cruzamientos
4. Multiplicación del híbrido F1
5. Manejo de poblaciones segregantes F2 - F4
6. Selección de líneas puras en viveros F5
7. Evaluación preliminar de rendimiento e identificación (codificación) de familias promisorias F6.
8. Evaluación de rendimiento y su interacción por temporada de cultivo y localidades F7 - F9.
9. Identificación de los mejores materiales e incremento de la semilla genética u original.
10. Liberación de la variedad.

En general, todo el proceso hasta la obtención de la variedad mejorada es bastante largo, por lo que es muy importante utilizar metodologías eficientes. Se deben buscar alternativas de avance generacional que en lo posible permitan desarrollar el trabajo de mejoramiento en la forma más rápida posible, ya que el éxito de un programa de mejoramiento radica no solo en la obtención de resultados sino también en el tiempo en que se consiguen.

A modo de ejemplo, a continuación se presentará el "Programa de Mejoramiento de Lenteja del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)" de Chile, con el propósito de conocer en forma aplicada el desarrollo de un trabajo de mejoramiento.

V. PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LENTEJA DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA) DE CHILE

El trabajo de mejoramiento en lenteja de INIA se inició en el año 1968 en la Estación Experimental La Platina (Santiago, 22°34' S). Posteriormente, este se amplió a las Estaciones Experimentales "Quilamapu" (Chillán, 36°26' S) y "Carillanca" (Temuco, 38°41') cubriendo de esta forma toda la zona productora del país.

Objetivos

Considerando la problemática que tiene la lenteja en el país, el objetivo del mejoramiento ha estado dirigido hacia dos grandes líneas: potencial de rendimiento y resistencia a la roya de la lenteja. Estos dos grandes objetivos tienen un objetivo común que es el de materiales de tamaño de grano grande (7 mm de diámetro).

Estrategias utilizadas

Inicialmente uno de los principales problemas que presentaba el cultivo era la carencia absoluta de variedades. Aunque el cultivo de esta especie era importante, solamente se cultivaban a nivel de agricultor "tipos locales". Estos tipos se caracterizaban por su alta heterogeneidad para muchas características, siendo en muchos casos una mezcla de ellos. Aunque también se observaba una variabilidad para tamaño de grano, la lenteja chilena siempre se caracterizó por su alto porcentaje de grano grande (superior a 6 mm de diámetro). Dada esta situación, el trabajo de mejoramiento en su primera fase estuvo basado en utilizar la variabilidad genética existente en los tipos locales, principalmente en lo que respecta a buena adaptación y tamaño de grano grande. Para tal efecto se hicieron recolecciones en las distintas zonas productoras para posteriormente evaluar y seleccionar los mejores tipos, de acuerdo a los objetivos planteados.

Paralelamente, en esta fase se trabajó en base a introducción de germoplasma, el que fue evaluado en distintas zonas y bajo condiciones diferentes, principalmente para identificar fuentes de resistencia a la roya de la lenteja (Uromyces fabae) o algún material que pudiera ser utilizado directamente.

Se trabajó con materiales de distintos orígenes (Grecia, Rusia, Turquía, EE.UU.) y del año 1979 en adelante se comenzó a recibir germoplasma procedente de ICARDA. Esto permitió caracterizar el germoplasma para las condiciones chilenas, identificar algunos materiales que tuvieron buen comportamiento para posteriormente utilizarlos directamente como variedades.

A partir de 1980 y considerando que la variabilidad genética local había sido utilizada en gran escala y que los materiales introducidos ya no cumplían con los requisitos de calidad del mercado chileno, principalmente para el tamaño de grano, es que se decidió implementar y establecer un programa de mejoramiento genético basado en cruzamientos.

Los objetivos ya más bien específicos fueron los siguientes:

- Alto potencial de rendimiento y buen tamaño de grano.

- Resistencia a enfermedades (roya y antracnosis).
- Amplia adaptación a zonas productoras.
- Adecuada precocidad.
- Adaptación a cosecha mecánica (tipo de planta).

En el Cuadro 2 se presenta un detalle de la programación de las cruzas en el inicio del trabajo basado en hibridaciones artificiales. Tal como se puede apreciar, de acuerdo a los dos grandes objetivos, las cruzas principalmente incluían a progenitores de origen local, excepto para roya donde la fuente de resistencia provino de Tekoa, Laird y Penzeskaja-14.

En el Cuadro 3 se presenta la programación de las cruzas del año 1986 y a diferencia del anterior, se puede observar que aún permaneciendo como progenitores los tipos locales, aparecen nuevos genotipos principalmente provenientes de ICARDA.

También se puede observar que ya no solo se está utilizando la crusa simple, sino que en la mayoría de los casos se hacen cruzas dobles o triples para obtener una mayor concentración de genes.

En los Cuadros 4 y 5 se muestra el estado de avance del mejoramiento para roya, tanto del material en primeras etapas de segregación como también el más avanzado.

En la Figura 1 se muestra el esquema del manejo que se le da al material generado por el programa de cruzamiento.

Resultados

Los resultados producidos por el programa de mejoramiento de INIA se puede resumir en lo siguiente:

- Mantenimiento de la variabilidad genética tradicional o autóctona, a través de una colección de tipos locales realizada cuando se estableció el programa de mejoramiento en 1968.
- Implementación de la técnica de hibridaciones artificiales a nivel de campo e invernadero con una eficiencia promedio de 60%.
- Permanente evaluación de germoplasma introducido, lo que ha permitido identificar progenitores y algunos materiales que se han utilizado directamente como variedades.
- Identificación de fuentes de resistencia para la roya de la lenteja (Uromyces fabae) bajo las condiciones de Chile.

Cuadro 2. Cruzamientos efectuados durante 1980 en el programa de fitomejoramiento de lenteja de INIA.

A. RESISTENCIA A ROYA x ALTO RENDIMIENTO Y CALIBRE

5026	x	1121	P-14	x	1284
5049	x	1121	5049	x	ILL 707
Tekoa	x	Constitución	5049	x	ILL 1006
Laird	x	Tekoa	P-14	x	1085
Tekoa	x	3074	P-14	x	1292
5026	x	3074	P-14	x	1080
5049	x	3074	P-14	x	4009
4059	x	1086	P-14	x	3074
5026	x	1284	P-14	x	5049
5026	x	Constitución	Tekoa	x	1086
Tekoa	x	4009	Laird	x	1284
Tekoa	x	1085	Laird	x	1107
5049	x	Constitución	Laird	x	3074
5049	x	1085	Laird	x	1121
5049	x	3074	Laird	x	Constitución

B. ALTO RENDIMIENTO Y CALÍBRE x ALTO RENDIMIENTO Y CALIBRE (AMPLIA ADAPTACION)

Constitución	x	1284	1284	x	1085
1284	x	1121	3074	x	ILL 1900
1284	x	3074	1085	x	1121
1292	x	1284	Constitución	x	1121
1085	x	3074	1292	x	Constitución
Constitución	x	1107			

Cuadro 3. Cruzamientos efectuados durante 1986 en el programa de fitomejoramiento de lenteja de INIA.

Nº	CRUZAMIENTOS
1	(L-4009 x Constitución) x (L-1086 x L-4009)
2	(L-1086 x Constitución) x ILL-2501
3	(L-1086 x Constitución) x ILL-5776
4	(L-1086 x Constitución) x (Lt 6008 x Constitución) x (Constitución x Araucana-INIA)
5	(ILL- 15 x L - 1086) x ILL-2581
6	(ILL-15 x L-1086) x ILL-5776
7	(ILL-15 x L-1086) x (L-6008 x Constitución) x Constitución x Araucana INIA)
8	(L-1085 x Araucana INIA) x ILL-2581
9	(L-1085 x Araucana INIA) x ILL - 5776
10	(L-1085 x Araucana INIA) x (L-6008 x Constitución) x (Constitución x Araucana INIA)
11	(L-1086 x Constitución) x (L-Siria x Araucana INIA) x (L-5003 x Araucana-INIA)
12	(ILL-15 x L-1086) x (t-Siria x Araucana INIA) x (L-5003 x Araucana INIA)
13	(L-1085 x Araucana INIA) x (L-Siria x Araucana-INIA) x (L-5003 x Araucana-INIA)
14	(L-1086 x Constitución) x (Laird x P-14)
15	(ILL-15 x L-1086) x (Laird x P-14)
16	(L-1085 x Araucana INIA) x (Laird x P-14)
17	(L-1292 x Constitución) x (L-1085 x Araucana-INIA)
18	(L-3074 x ILL-643) x (L=1086 x Constitución)
19	(P-14 x L-5049) x (L-1085 x Araucana-INIA)
20	(Tekoa x L-Siria) x (ILL-15 x L=1086)
21	L-Siria x (L-1086 x Constitución)
22	L-1064 x (Híbrida x Constitución)
23	L-1057 x (L-5003 x Araucana-INIA)
24	L-6014 x (L-5003 x Araucana-INIA)
25	L-6129 x (L-5003 x Araucana-INIA)
26	L-5049 x (L-5003 x Araucana-INIA)
27	ILL-2501 x (L-5003 x Araucana-INIA)
28	(L-5003 x Araucana-INIA/ x L-5025
29	(L-5003 x Araucana-INIA) x L-2501
30	(Laird x ILL-28) x (Araucana-INIA x L-3074)

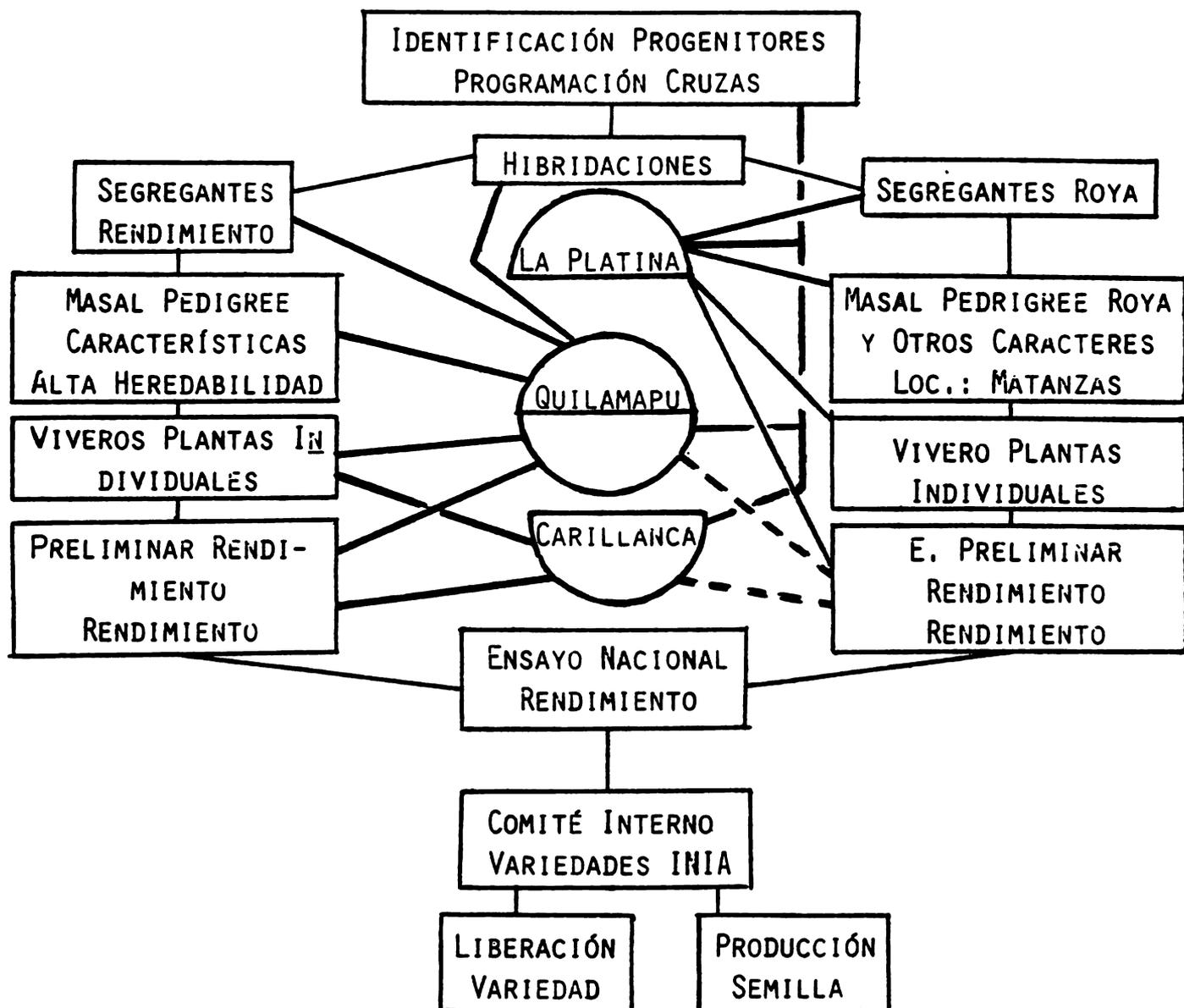
Cuadro 4. Resumen del material obtenido en etapa F2 en el programa fitomejoramiento para roya de INIA en el año 1986.

CRUZAMIENTO	ETAPA	SELECCION
Constitución	F2	Masal (14 plantas)
Araucana INIA x L-6382	F2	Masal (17 plantas)
Laird x L-6382	F2	Masal (15 plantas)
Tekoa x L-6382	F2	Masal (13 plantas)
ILL-28 - L-6382	F2	Masal (50 plantas)
L-6382 x Constitución	F2	Masal (37 plantas)
L-6382 x Araucana INIA	F2	Masal (40 plantas)
L-6382 x Laird	F2	Masal (18 plantas)
L-6382 x Tekoa	F2	Masal (40 plantas)
L-6382 x ILL-28	F2	Masal (36 plantas)

Cuadro 5. Resumen de líneas puras seleccionadas en el programa de fitomejoramiento para roya de INIA en el año 1986.

CRUZAMIENTO	ETAPA	Nº PLANTAS INDIVIDUALES COSECHADAS
Laird x L-1107	F6	141
Laird x L-1121	F6	126
Laird x L-3074	F6	44
Laird x ILL-28	F6	70
Laird x L-1075	F6	70
Constitución x Laird	F6	3
Tekoa x Laird	F6	166
Araucana INIA x Laird	F6	246
Selec. local Sina x Laird	F6	1

FIG. 1. ESQUEMA DE MANEJO DEL PROGRAMA DE FITOMEJORAMIENTO
LENTEJA DE INIA



Cuadro 6. Evolución del programa de fitomejoramiento de lentejas del INIA en la E.E. Quillamapu.

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
<u>Selecciones</u>	-----	358	-----	-----	-----	-----	-----
<u>Hibridaciones</u>							
- Nº cruzas	44	63	41	48	105	107	30
- Nº polinizaciones	-----	1993	1147	1450	1301	1786	450
- Eficiencia (%)	60	60	60	65	60	65 - 38	60
<u>Segregantes</u>	34*	75	225	169	-----	849	1117
<u>E. Preliminar</u>	-----	25	58	-----	-----	38	28
<u>E. Regional</u>	* 10(4)	10(7)	10(6)	13(3)	5(4)	10(2)	12(2)
<u>E. Nacional</u>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	8(1)

* Número de genotipos.

() Número de localidades.

Cuadro 7. Evolución del programa de fitomejoramiento de lenteja de INIA en la Estación Experimental La Platina.

	A Ñ O S						
	80	81	82	83	84	85	86
Evaluación	--	--	--	--	--	--	350
Segregante	--	--	14	51	379	510	--
E. Preliminar	--	--	--	--	--	1	1
E. Rendimiento	2*	2	1	1	1	1	1
E. Regional	6(4)	8(6)	2(2)	--	--	1(1)	2(2)
E. Nacional	2	--	--	--	--	--	1
E. Internacional	--	2	--	--	--	--	--
Multiplicación	--	--	--	--	--	--	2
E.E. Carillanca	7	4	5	2	3	6	6

* Unidades de Investigación.

() Número de localidades.

Cuadro 8. Características de 3 variedades de lenteja producidas por el programa de fitomejoramiento de INIA.

VARIEDAD	METODO OBTENCION	ORIGEN	TIPO PLANTA	ALTURA PLANTA cm	PERIODO VEGETATIVO DIAS	ENFERMEDADES	TAMAÑO* GRANO % > 6mm	RENDIMIENTO* kg/há
Tekoa	Introducción	U.S.A.	Intermedio	30-40	180	Resistente Roya	32.7	1.164
Araucana-INIA	Selección	Chile	Intermedio	35-50	180	Susceptible Roya	70.0	1.300
Centinela-INIA	Introducción	ICARDA	Intermedio	40-45	180	Tolerante Roya	61.8	1.190

* Promedio de 5 años

- En el cuadro 6 se presenta un resumen del estado de avance del fitomejoramiento de lenteja que se realiza en la Estación Experimental Quilmapu (Chillán) y en el Cuadro 7 el correspondiente a la Estación Experimental La Platina.
- Según estos antecedentes, ya en la temporada 1986-87 existen evaluaciones de rendimiento del material generado por el programa de cruzamientos, evaluándose 28 líneas promisorias para potencial de rendimiento y 30 líneas con inmunidad a roya. En la Estación Experimental Carillanca (Temuco), preferentemente se evalúa material introducido y tipos locales y se ha centrado la realización de algunos estudios básicos de tipo morfo-fisiológico para retroalimentar al programa de fitomejoramiento.
- Finalmente, el programa de fitomejoramiento de INIA ha liberado tres variedades mejoradas: TEKOA, ARAUCANA-INIA y recientemente en 1987 la variedad CENTINELA-INIA. Las principales características de estas variedades se presentan en el Cuadro 8.
- En la actualidad las dos primeras se encuentran ampliamente difundidas, especialmente Araucana-INIA que por su gran tamaño de grano y buena adaptación ocupa aproximadamente un 70% de la superficie sembrada.

La producción de variedades mejoradas ha permitido intrínsecamente mejorar la calidad de la semilla, ya que de todas las nuevas variedades el Programa de Producción de Semilla de INIA se preocupa de satisfacer la demanda nacional con semilla de calidad certificada.

BIBLIOGRAFIA

1. **ALMARZA, P. *et al.* 1985. Manual de producción de lenteja Secano Centro Norte. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina, Santiago, Chile.**
2. **BASCUR, B.G. 1988. Mejoramiento de lenteja en la Estación Experimental La Platina. En: Reunión Nacional Programa Leguminosas de Grano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Carillanca. Temuco. 25-27 agosto de 1987.**
3. **BASCUR, B.G. y SEPULVEDA, P. 1988. Poblaciones segregantes de lenteja. En: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina. Area Producción Vegetal, Fitomejoramiento de lenteja. VII Informe Anual. Santiago, Chile, p. 8-13.**

4. **BASCUR, B.G. y TAPIA, F. 1988. Leguminosas de Grano: variedades para el secano. IPA La Platina 47(3). (En prensa).**
5. **ERSKINE, W. 1984. Evaluation and utilization of lentil germoplasm in an international breeding program. En: J.R. Witcombe and W. Erskine (ed.). Genetic Resources and their exploitation, chickpeas, faba beans and lentils. Martinus Nijhoff/ Dr. W. Junk Publishers, the Hague, the Netherlands and ICARDA, p. 225/237.**
6. **ERSKINE, W. 1985. Perspectives in lentil breeding. En: M.C. Saxena and S. Varma (ed.). Faba beans, kabuli chickpeas and lentils in the 1980s, an International Workshop. ICARDA, Aleppo, Siria. p. 91-105.**
7. **FAO. 1987. Estadísticas Agropecuarias Mundiales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, p. 256.**
8. **JAIN, H.K. 1977. Breeding methods in food legumes. Objectives in plant breeding programmes. En: FAO. Food legume crops: improvement and production. FAO, Rome, p. 119-122.**
9. **MUEHLBAUER, F.J. and SLINKARD, A.E. 1981. Genetics and breeding methodology. En: C. Webb and G. Hawtin. Lentils. Commonwealth Agricultural Bureaux and ICARDA. p. 69-90.**
10. **PAREDES, C.M. 1988. Mejoramiento de lenteja en la Estación Experimental Quilamapu. En: Reunión Nacional Programa Leguminosas de Grano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Carillanca, Temuco. 25-27 agosto de 1987.**
11. **PAREDES, M. y TAY, J. 1982. Hibridaciones en lenteja. En: Instituto de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Quilamapu. Area Producción Vegetal. Fitomejoramiento de Lenteja. VII Informe Anual, Santiago, Chile. p. 2-6.**
12. **TAY, J., PAREDES, M. y KRAMM, V. 1981. Araucana-INIA, variedad de lenteja de grano grande. Agricultura Técnica (Chile) 41(3): 170.**
13. **TAY, J. y FRANCE, A. 1988. Ensayo Preliminar Nº 1 y Nº 2 de rendimiento de lenteja. En: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Quilamapu. Area Producción Vegetal. Fitomejoramiento de Lenteja. VII Informe Anual. Santiago, Chile. p. 20-27.**

SECCION III.

TEMAS COMUNES APLICABLES A LAS LEGUMINOSAS EN GENERAL



ENSAYOS INTERNACIONALES DE LEGUMINOSAS
DE GRANO EN EL ICARDA
(LENTEJA, HABA Y GARBANZO KABULI)

R.S. Malhotra *

INTRODUCCION

El Centro Internacional de Investigaciones Agrícolas en Areas Aridas (ICARDA) fue establecido en 1977 para iniciar investigación relevante a las necesidades de los sistemas de agricultura en la región del Oeste de Asia y Africa del Norte, a través del fortalecimiento de los programas nacionales de investigación agrícola. El objetivo general del ICARDA es mejorar la productividad agrícola en esa región. El ICARDA está trabajando primordialmente con los sistemas de agricultura de secano, aún cuando la investigación se ha extendido a regiones bajo riego donde es económico hacerlo. El área geográfica de acción del ICARDA se extiende desde Morocco en el Oeste hasta Paquistán en el Este, y desde Turquía en el Norte hasta Sudán y Etiopía en el Sur. Esta región incluye Chipre y Mauritania, involucrando 23 países. Dentro del compromiso de investigación de incrementar la producción de leguminosas de grano, el ICARDA funciona como un centro internacional para el mejoramiento de Lenteja (Lens culinaris Medic) y de haba (Vicia faba L.). Como un centro regional, actúa en colaboración con el Centro Internacional de Investigación de Cultivos en Regiones Semi Aridas del Trópico (ICRISAT) para el mejoramiento de garbanzo kabuli (Cicer arietinum L.).

Las estadísticas sobre áreas de siembra y producción mundial (FAO, 1985. Production Year Book), revelan que el garbanzo está en un tercer lugar, el haba en cuarto y la lenteja en sexto lugar dentro de las leguminosas de grano. La región que cubre el ICARDA incluye el 26, 19 y 43 por ciento del área mundial que se siembra de haba, garbanzo y lenteja (Cuadro 1). Esto también enfatiza la necesidad de apoyar a otros programas nacionales

* Científico de Ensayos Internacionales de Mejoramiento de Leguminosas de Grano. Centro Internacional de Investigaciones Agrícolas en Areas Aridas (ICARDA). Casilla 5466, Aleppo - Siria.

Cuadro 1. Area, producción y productividad a nivel mundial de garbanzo, lenteja y haba durante 1985. (FAO: Production Year Book 1985).

	Area (1.000 ha)			Producción (1.000 TM)		
	Garbanzo	Lenteja	Haba	Garbanzo	Lenteja	Haba
MUNDIAL	9839	2320	3294	6526 (663)*	1538 (663)	4039 (1226)
Africa	355	142	802	256 (721)	73 (512)	954 (1189)
América del Norte	160	94	83	165 (1031)	78 (829)	77 (923)
América del Sur	41	52	195	24 (572)	31 (597)	93 (494)
Asia	9140	1915	1858	5980 (654)	1260 (658)	2350 (1265)
Europa	141	118	340	101 (711)	97 (719)	556 (1638)
Australia	---	---	16	---	---	10 (625)
Región que abarca el ICARDA	1832	1003	858	1220 (666)	772 (769)	1053 (1227)
Región que abarca el ICARDA (% del mundial)	18.62	43.23	26.05	18.69	50.20	26.07

* Los números en paréntesis indican productividad en kg/ha.

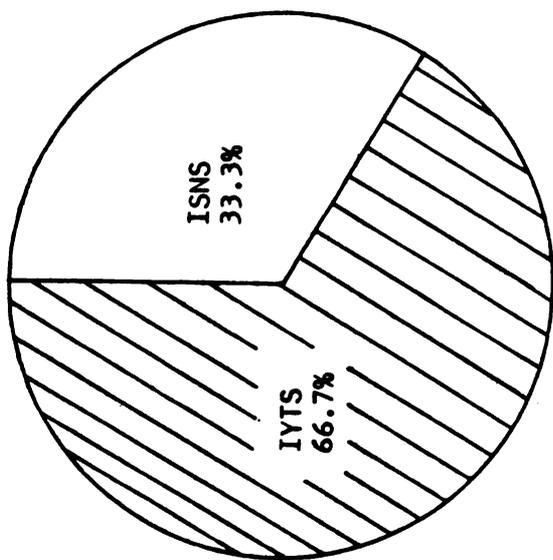
fuera de la región de influencia del ICARDA para poder cumplir con el mandato que se le ha dado a nivel mundial sobre el desarrollo de estos cultivos.

La cooperación internacional para evaluar estas leguminosas de grano entre los programas nacionales, es coordinado por el ICARDA. El principal objetivo de este programa cooperativo, es proveer de material genético mejorado y prácticas eficientes de producción a los programas nacionales para que estas tecnologías sean evaluadas bajo sus condiciones locales.

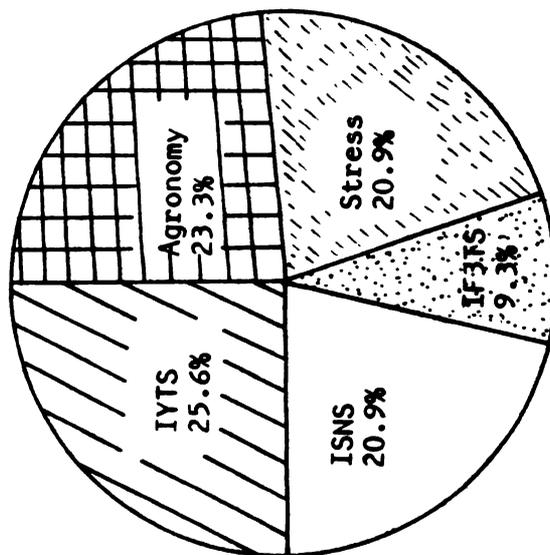
Las pruebas internacionales buscan evaluar el comportamiento de genotipos por su rendimiento y reacción a factores bióticos (insectos y enfermedades) y abióticos (frío). También se pueden identificar genotipos superiores adaptados a medios ambientales específicos y genotipos con amplio rango de adaptación. En segundo lugar, los datos de adaptación a un número amplio y diferente de medios ecológicos junto con los datos de las principales características de estos ambientes, permite obtener la interacción genotipo x medio ambiente lo cual ayudará en gran forma al programa de mejoramiento del ICARDA a hacer un mejor enfoque de sus proyectos para condiciones agroecológicas específicas. Más importante aún es que a medida que los programas nacionales desarrollan su capacidad investigativa, el programa cooperativo podrá facilitar germoplasma élites y poblaciones segregantes mejoradas a los científicos de programas nacionales que puedan realizar selecciones bajo sus propias condiciones locales para identificar cultivares superiores mejor adaptados a esas condiciones ambientales.

A través de la distribución de estos Ensayos Internacionales, la investigación en estas leguminosas es incentivada con el fin de obtener información de las prácticas agronómicas óptimas para diferentes condiciones agro-ecológicas. Esto también permitirá mantener una investigación constante para estabilizar los altos rendimientos que se van logrando con el uso de nuevos cultivares.

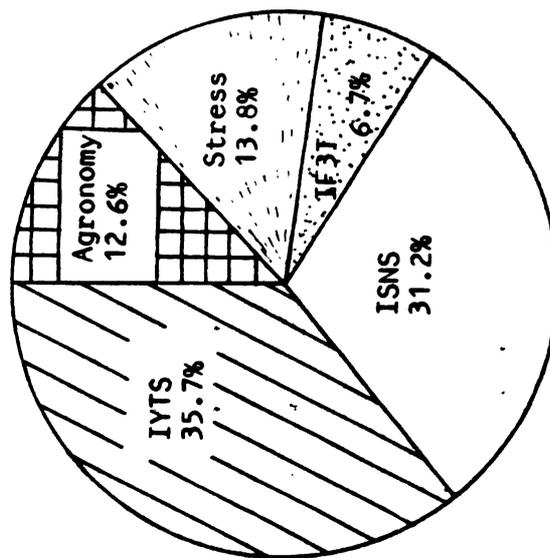
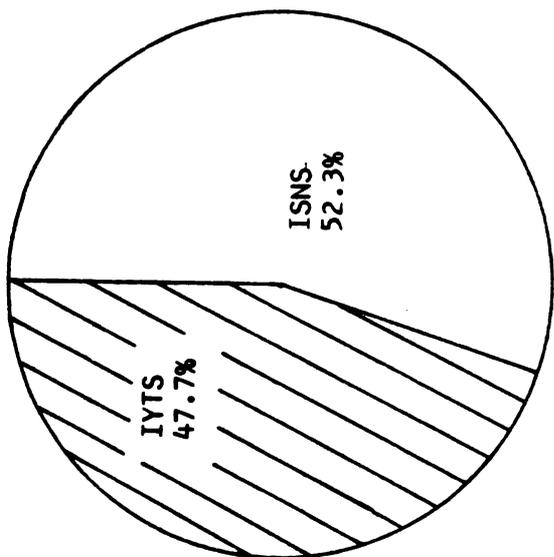
Este programa cooperativo del ICARDA se inició en 1977/78, con seis tipos de viveros, incluyendo ensayos de rendimiento en tres leguminosas de grano. Posteriormente, se fueron formando nuevos viveros y a la fecha este programa coordina ensayos de rendimiento, viveros de selección por resistencia para caracteres deseables, ensayos de poblaciones avanzadas y ensayos agronómicos (Figura 1). También se puede observar, en la figura citada, que la estrategia sobre el manejo de ensayos en 10 años ha cambiado mucho; por ejemplo, en 1977/78 se coordinaba un 67% de Ensayos Internacionales de rendimiento y en 1987/88 solamente 25.6%. Los ensayos de poblaciones segregantes, los viveros de



1977/78



1987/88



Tipo de vivero o ensayo

Juegos de viveros/ensayos

Figura 1. Diferencia en el tipo de viveros/ensayos distribuidos en (1977/78) y en (1987/88) por ICARDA.

poblaciones avanzadas y los viveros para la selección de factores de resistencia, constituyen el 51.1% y los ensayos agronómicos el 23.3% del total. A la fecha, más de 1400 juegos de 40 tipos de viveros/ensayos ya han sido distribuidos a través de este programa cooperativo en más de 50 países (Figura 2).

ENSAYOS INTERNACIONALES Y VIVEROS DE LEGUMINOSAS DE GRANO

A continuación se hace una breve descripción de los ensayos/viveros de leguminosas de grano que maneja el ICARDA. Una lista completa de los ensayos junto con sus abreviaturas y el número aproximado de entradas o tratamientos, se encuentra en el Cuadro 2.

Ensayos Internacionales de Rendimiento (IYT)

Los IYT son ensayos de rendimiento con repeticiones que prueban materiales de mejoramiento avanzado, los cuales han demostrado ser superiores, tanto en viveros de selección como en ensayos regionales. Estos ensayos son proporcionados a científicos cooperantes, los cuales podrán identificar genotipos bien adaptados a sus condiciones locales. Los resultados de estos ensayos también permiten tener información sobre el factor de rendimiento (G) a través de diferentes localidades (E) y tener datos sobre la interacción G x E, lo cual ayudará a ajustar los proyectos de cruzamiento para diferentes países.

Existen ensayos de rendimiento separados, tanto de líneas de semilla grande como de semilla pequeña, en lenteja y haba. Los experimentos de rendimiento de semilla grande de lenteja, incluyen entradas con un tamaño de semilla mínimo de 4.5 g/100 semillas y están destinados principalmente para la región del Mediterráneo. Los ensayos de haba incluyen entradas que son el tipo Vicia faba major. También se tiene organizado un ensayo de rendimiento de semilla grande de garbanzo (kabuli) para satisfacer las necesidades de aquellos países donde se prefiere la semilla grande con más de 40 g/100 semillas. En 1977/78 se iniciaron dos tipos de experimentos, el IYT con líneas precoces de lenteja para los países del Sur de Asia y el Este de Africa y un ensayo IYT, incluyendo líneas de haba con hábito de crecimiento determinado. Respecto a los ensayos de rendimiento de garbanzo, estos se han separado en dos tipos (de invierno y primavera), dependiendo de la época de siembra en la región del Mediterráneo. Para satisfacer la demanda de cosecha mecánica del garbanzo en la región del Mediterráneo, se ha organizado un ensayo de rendimiento con plantas de porte alto, para sembrarse en invierno, el cual se ha estado

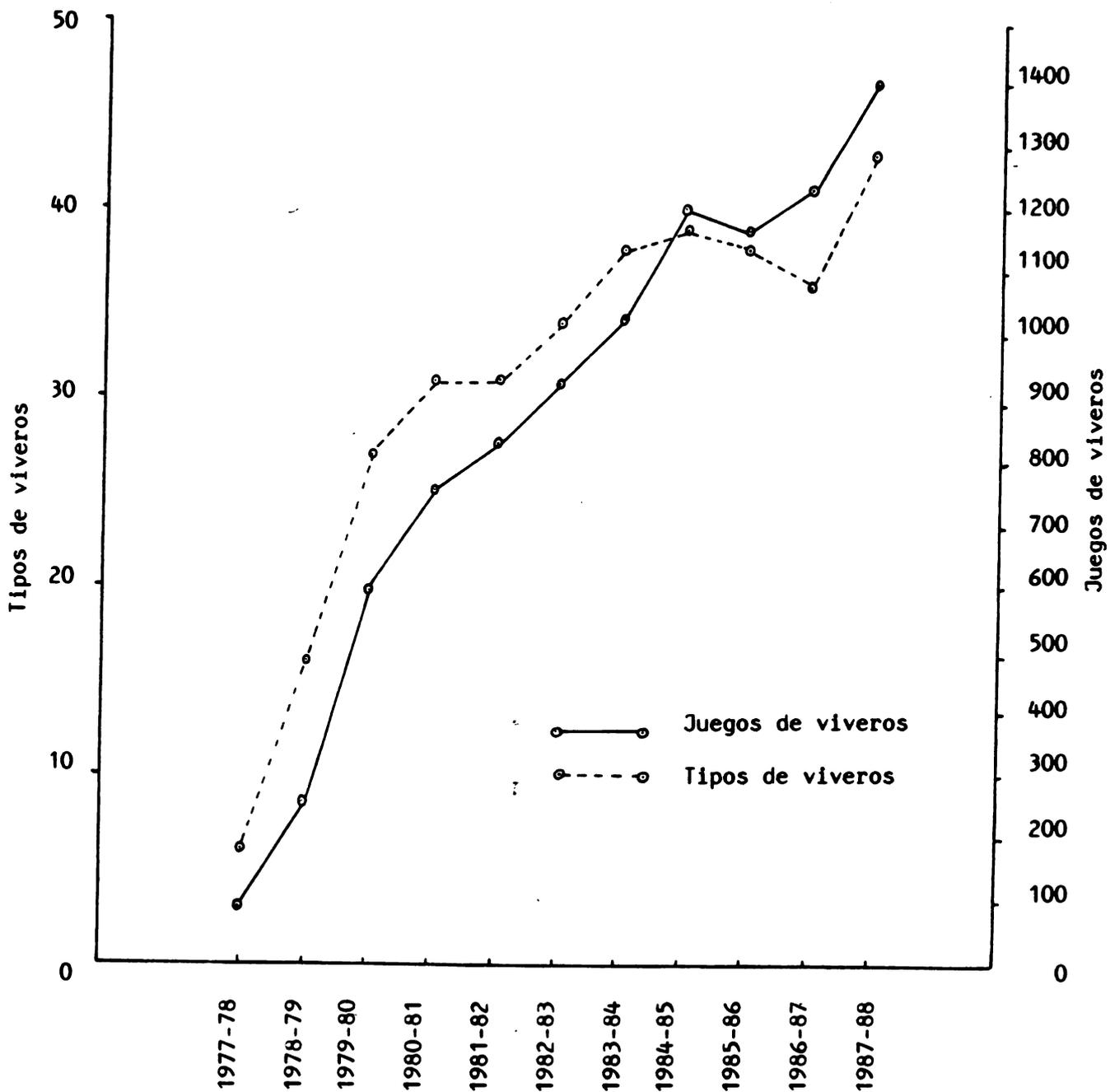


Figura 2. Distribución de los países cooperantes de ensayos/viveros por el Programa de Ensayos Internacionales de Leguminosas de Grano del ICARDA desde 1977/78.

Cuadro 2. Viveros/ensayos Internacionales de Leguminosas de Grano con el número aproximado de entradas o tratamientos. ICARDA.

Abreviatura	Nombre del Ensayo	Entradas o tratamient. (Nº aprox.)
HABA		
FBIYT-L	Ensayo Internacional de Rendimiento, grano grande	24
FBIYT-S	Ensayo Internacional de Rendimiento, grano pequeño	24
FBIYT-D	Ensayo Internacional de Rendimiento, hábito crecimiento determinado	20
FBISN-L	Vivero Internacional de Poblaciones Avanzadas, grano grande	40
FBISN-S	Vivero Internacional de Poblaciones Avanzadas, grano pequeño	40
FBISN-D	Vivero Internacional de Poblaciones Avanzadas, hábito crecimiento determinado	30
FBIF4-N	Vivero Internacional de Poblaciones F4	40
FBIABN	Vivero Internacional para resistencia a <i>Ascochyta</i>	25
FBICSN	Vivero Internacional para resistencia a mancha chocolate	30
FBIRN	Vivero Internacional para resistencia a Roya	20
FBFRT	Ensayo Internacional para evaluar la relación Fertilidad - <i>Rhizobium</i>	6
FBIRT	Ensayo Internacional sobre Inoculación de <i>Rhizobium</i>	6
FBWCT	Ensayo Internacional sobre Control de Malezas	12
FBOCCT	Ensayo Internacional sobre control químico de la maleza <i>Orobanche</i>	8
LENTEJA		
LIYT-L	Ensayo Internacional de Rendimiento, grano grande	24
LIYT-S	Ensayo Internacional de Rendimiento, grano pequeño	24
LIYT-E	Ensayo Internacional de Rendimiento, planta precoz	24
LISN-L	Vivero Internacional de Poblaciones Avanzadas, grano grande	50
LISN-S	Vivero Internacional de Poblaciones Avanzadas, grano pequeño	60
LISN-E	Vivero Internacional de Poblaciones Avanzadas, planta precoz	60
LISN-T	Vivero Internacional de Poblaciones Avanzadas, planta alta	60
LIF3T	Ensayo Internacional de Poblaciones F3	24
LIF3T-E	Ensayo Internacional de Poblaciones F3, planta precoz	24
LICIN	Vivero Internacional para Tolerancia al Frío	20
LIABN	Vivero Internacional para resistencia a <i>Ascochyta</i>	40
LFRT	Ensayo Internacional para evaluar relación Fertilidad- <i>Rhizobium</i>	6
LIRT	Ensayo Internacional sobre Inoculación a <i>Rhizobium</i>	6
LWCT	Ensayo Internacional sobre control de malezas	12
GARBANZO		
C1YT-Sp	Ensayo Internacional de Rendimiento, de primavera	24
C1YT-W-MR	Ensayo Internacional de Rendimiento, de invierno (Región Mediterránea)	24
C1YT-W-STR	Ensayo Internacional de Rendimiento, de invierno (Región Subtropical)	24
C1YT-T	Ensayo Internacional de Rendimiento, de invierno (Región Mediterránea), planta alta	24
C1YT-L	Ensayo Internacional de Rendimiento, grano grande	24
C1SN-W	Vivero Internacional de Poblaciones Avanzadas, de invierno	50
C1SN-Sp	Vivero Internacional de Poblaciones Avanzadas, de primavera	50
C1F4T	Ensayo Internacional de Poblaciones F4	24
CIABN-A	Vivero Internacional para resistencia a <i>Ascochyta</i> (tipo kabuli)	40
CIABN-B	Vivero Internacional para resistencia a <i>Ascochyta</i> (tipos kabuli y desi)	50
CILMN	Vivero Internacional para resistencia a minador de la hoja	40
CICTN	Vivero Internacional para tolerancia al frío	40
CFRT	Ensayo Internacional para evaluar la relación Fertilidad - <i>Rhizobium</i>	6
CIRT	Ensayo Internacional sobre Inoculación de <i>Rhizobium</i>	6
CWCT	Ensayo Internacional sobre control de malezas	12

distribuyendo desde 1986/87. Debido a que en las regiones subtropicales solamente se siembra garbanzo durante el invierno y las condiciones agroclimáticas son bastante diferentes de aquellas de la región del Mediterráneo, se ha diseñado también un ensayo de rendimiento de invierno para regiones subtropicales. Todos los genotipos incluidos en los diferentes ensayos de garbanzo, poseen un grado de resistencia a *Ascochyta* y tolerancia al frío.

Los científicos de los programas nacionales que deseen participar con líneas mejoradas en los ensayos internacionales deben enviar al ICARDA, a principios de septiembre, aproximadamente 4 kg de semilla de garbanzo, 2 kg de lenteja y 5 kg de haba. Esta semilla es incrementada por el ICARDA en Tel Hadya, Siria, e incluida en los ensayos del siguiente año.

Viveros Internacionales de Poblaciones Avanzadas

Los Viveros (ISN) anteceden a los Ensayos Internacionales de Rendimiento (IYT) y es donde se hace la evaluación inicial de un alto número de líneas avanzadas (F5 - F7) con una diversidad genética muy amplia y también de adaptación ecológica. En estos Viveros de Poblaciones Avanzadas, generalmente las líneas se siembran en hileras sencillas sin repeticiones y da oportunidad para hacer selección de líneas deseables dentro de un volumen más grande de genotipos, que el que se encuentra disponible en los ensayos (IYT). Las líneas que se lleguen a seleccionar en los viveros (ISN), posteriormente tienen que ser evaluadas en Ensayos de Rendimiento.

Los Viveros de Poblaciones Avanzadas (ISN) de haba y lenteja también están divididos en viveros de semilla grande y viveros de semilla pequeña. En el caso del garbanzo, los viveros se separan en dos tipos, de invierno y de primavera. En lenteja existe un vivero con líneas precoces (LISN-E), particularmente para países del Sur de Asia y el Este de Africa, y otro vivero para regiones del Mediterráneo con genotipos de plantas altas y erectas (LISN-T), lo cual facilita la cosecha mecanizada.

Los científicos de los Programas Nacionales que deseen incluir alguna población avanzada en este tipo de viveros (ISN), necesitarán enviar al ICARDA alrededor de 1.000 semillas por entrada de lenteja y garbanzo y 1.500 semillas por entrada de haba para ser incrementadas e incluidas en el vivero del siguiente año.

Ensayos/Viveros Internacionales de Poblaciones o Líneas Segregantes

F3 ó F4 (IF3 ó IF4T/N)

Los genotipos que se evalúan en los ensayos IYT y en los viveros ISN tienden a ser materiales avanzados en su mejoramiento y con un alto grado de homocigosis, lo cual ya no permite re-seleccionar algo superior dentro de un genotipo. En contraste, el ICARDA tiene también los ensayos/viveros F3/F4 con líneas y poblaciones segregantes donde si se puede realizar una amplia selección de genotipos superiores con adaptación a las condiciones locales. Estos ensayos/viveros uniformes permiten también tener información del comportamiento de progenies en diferentes medios ambientales, lo cual ayuda mucho al ICARDA para identificar progenitores superiores con amplio rango de adaptación, los cuales podrán ser usados por los programas de hibridación de diferentes países.

Los ensayos IF3/F4T de lenteja son desarrollados separadamente para dos importantes y diferentes condiciones medio ambientales. Los IF3T incluyen ensayos LI F3T (de planta alta) para la región del Mediterráneo y los ensayos LIF3 T-E para latitudes de más al Sur. En lenteja y garbanzo estos ensayos internacionales de poblaciones y líneas segregantes se establecen con repeticiones, mientras que en el caso de haba, no llevan repeticiones.

Viveros Internacionales para selección por resistencia o tolerancia de factores o caracteres deseables

Es muy importante que un Programa Nacional produzca variedades resistentes o tolerantes de lenteja, haba y garbanzo, a factores críticos que estén limitando su producción en las principales áreas productoras de ese país. Los factores críticos más importantes son las enfermedades, los insectos y la baja temperatura. A la fecha se requiere más información sobre la incidencia y severidad del daño causado por los insectos y enfermedades en estas leguminosas y también sobre la variabilidad genética existente en estos patógenos en diferentes áreas. Estos viveros internacionales para resistencia o tolerancia a enfermedades, insectos y bajas temperaturas, han sido estructurados para mejorar esta información. Estos viveros permiten hacer una identificación de genotipos resistentes y facilitan información sobre la incidencia y severidad de los problemas en diferentes áreas geográficas. Esto también ayuda a que se identifiquen nuevas razas/biotipos de patógenos e insectos. Toda esta información está ayudando enormemente en los países a que se puedan combinar genotipos de alto rendimiento con los caracteres de resistencia identificados.

Los principales viveros internacionales que ha formado el ICARDA son para buscar resistencia o tolerancia a: ascoquita, mancha chocolate, roya y la maleza Orobanche en haba; resistencia a ascoquita y minador de la hoja en garbanzo; resistencia a ascoquita en lenteja. En adición a esto, se han organizado los viveros para buscar tolerancia a bajas temperaturas en garbanzo y lenteja. Las entradas de germoplasma que integran estos viveros, son inicialmente seleccionadas en base a su resistencia/tolerancia en sitios experimentales del ICARDA.

Los cooperadores de programas nacionales que deseen probar alguna de sus líneas resistentes en estos viveros, deben enviar al ICARDA a principios de septiembre, aproximadamente 1.000 semillas por línea de lenteja o garbanzo y 1.500 semillas de haba, para ser incrementadas en el ICARDA y que formen parte de estos viveros el siguiente año.

Ensayos Internacionales de técnicas agronómicas

En muchos países, los programas de leguminosas de grano tienden a tener un menor apoyo en relación con los cereales, teniéndose entonces un manejo agronómico inadecuado. Para corregir esta tendencia, es esencial desarrollar a través de la investigación, prácticas agronómicas de manejo eficiente, que si se adoptan, pueden incrementar los rendimientos y los ingresos económicos de los agricultores. La adopción de estas tecnologías agronómicas también permitirá obtener beneficios adicionales, cuando se les utiliza con las nuevas variedades de alto rendimiento que emergen de los programas de mejoramiento.

Al observar la necesidad de desarrollar información sobre nuevas prácticas de manejo agronómico para leguminosas de grano, principalmente para la región bajo la influencia del ICARDA, se inició un programa de ensayos internacionales sobre tecnologías agronómicas, lo cual ha estado en operación desde 1978/79. A la fecha, existen tres tipos de estos ensayos: el ensayo sobre control de malezas (WCT), el ensayo para evaluar la relación de fertilidad y Rhizobium (FIT), y el ensayo sobre inoculación de Rhizobium (IRT).

Los científicos de los programas nacionales que cooperan con estos ensayos reciben información sobre el diseño experimental y la conducción de estos ensayos. Además, se proporciona el material necesario como fertilizantes, pesticidas y las cepas de Rhizobium. En estos ensayos, cada país utiliza la semilla de variedades que estén adaptadas a su zona ecológica. El ICARDA también dispone de un ensayo sobre el control químico de la maleza parasítica Orobanche en haba (FBOCCT), para las áreas de producción que

tienen este problema.

Distribución de los viveros y manejo de la información tomada en el campo

El ICARDA envía cada año con anticipación a los países cooperantes a nivel mundial, información completa acerca de todos los ensayos y viveros que están disponibles sobre haba, lenteja y garbanzo. Los científicos cooperantes que deseen participar en el programa cooperativo, deben llenar el formato que reciben, donde aparece la lista de los viveros/-ensayos disponibles; este formato debe refresárselo completo al Programa de Mejoramiento de Leguminosas de Grano en el ICARDA, Aleppo, Siria, en una fecha hasta el 15 de junio de cada año. Una vez que se reciben estas solicitudes en el ICARDA, se preparan los diferentes ensayos y viveros dependiendo de la disponibilidad de semillado cada material. Las regulaciones cuarentenarias de cada país (si se conocen), son tomadas en cuenta antes de enviar los paquetes con los ensayos.

Normalmente, el ICARDA despacha los ensayos durante los primeros días de septiembre. Para que la entrega sea rápida, los países cooperantes deben proporcionar datos completos de embarque, así como su dirección postal, telegráfica, número de télex y de telefax. Junto con cada ensayo o vivero, se envían dos libros de campo: uno para ser retenido por el cooperante y el otro para ser retornado a la Unidad de Coordinación del ICARDA, con toda la información solicitada. En los libros de campo que envía el ICARDA, se encuentra información detallada del material experimental y sobre la conducción del ensayo. Además, se pone información sobre el procedimiento para tomar los datos y observaciones. Las observaciones que se toman en los ensayos, se dividen en dos grupos principales que son: información general acerca del manejo agronómico del ensayo, así como la caracterización del sitio donde se va a realizar el estudio (suelo y condiciones climáticas); también se toman datos específicos sobre los resultados obtenidos en los tratamientos o entradas.

La información de resultados de los ensayos que recibe el ICARDA de los científicos cooperantes, es analizada por medio del programa de cómputo (CRISP) desarrollado por ICARDA. Estos reportes son computarizados (Reportes de Viveros Internacionales) y distribuidos entre los científicos cooperantes. En la Figura 3 se puede observar un diagrama con la organización completa del Programa de Ensayos Internacionales de Leguminosas de Grano del ICARDA.

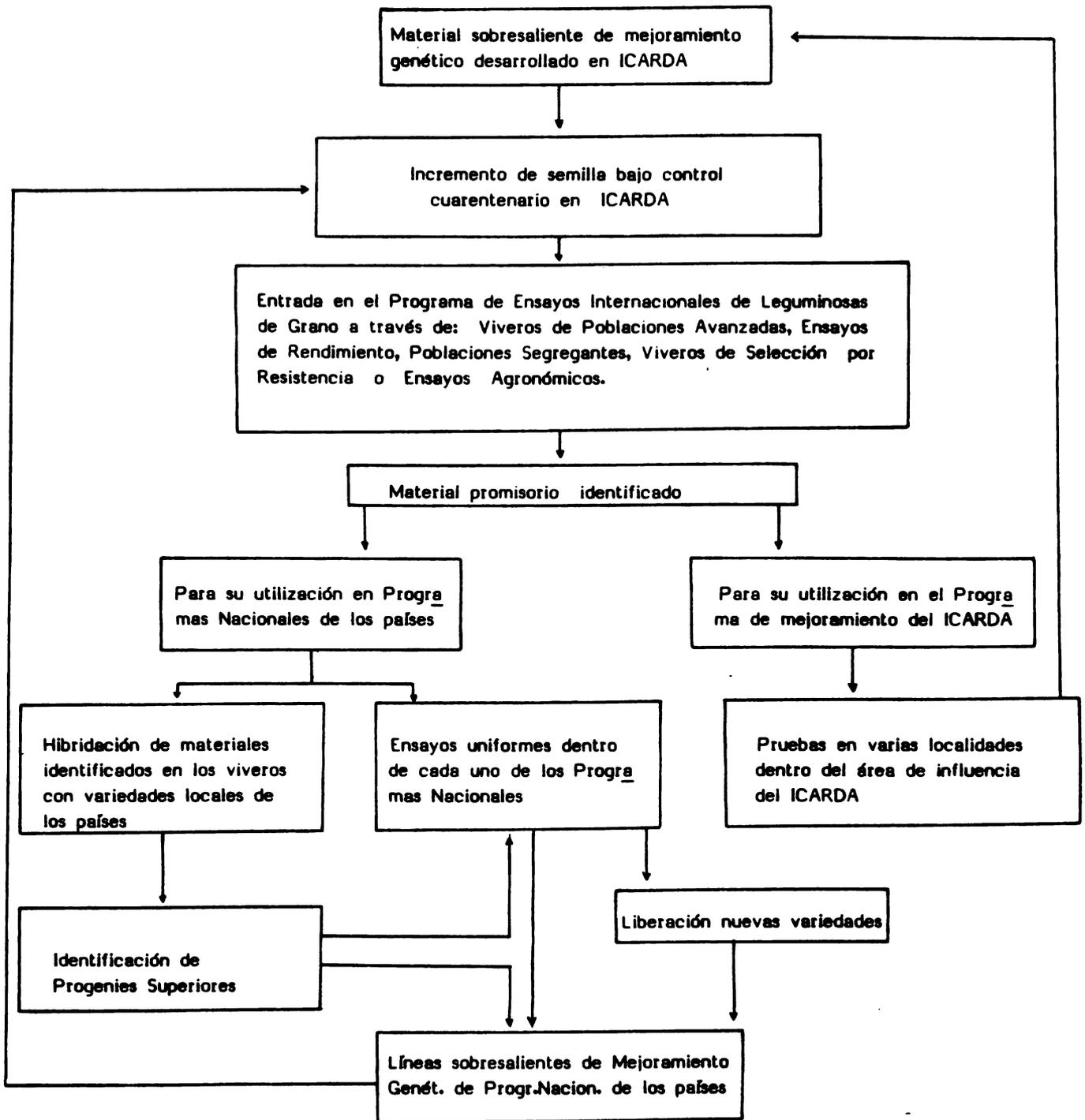


Figura 3. Diagrama sobre el funcionamiento del Programa de Ensayos Internacionales de Leguminosas de Grano del ICARDA.

Sanidad de semilla

La sanidad de la semilla es un factor muy importante en cualquier programa internacional de intercambio de semillas. Todo el material germoplásmico entregado a través del programa de ensayos internacionales, es incrementado bajo condiciones libres de enfermedades e insectos en el ICARDA. Los lotes de incremento de semilla son inspeccionados regularmente por los científicos de la sección de cuarentenas del ICARDA. Los fitomejoradores también supervisan los lotes de producción de semillas para mantener siempre su pureza genética. La supervisión de la sanidad de la semilla antes y después de la cosecha, así como las acciones cuarentenarias son normas seguidas por los científicos del ICARDA.

Toda la semilla que es recibida de los países cooperantes, para ser incluida en alguno de los ensayos internacionales que se distribuyen, es plantada inicialmente en áreas cuarentenadas, las cuales son inspeccionadas regularmente por los especialistas para asegurar que solamente se incrementen semillas sanas.

La semilla que forma parte de los viveros/ensayos internacionales, es fumigada y tratada con pesticidas y por supuesto que esta semilla no es para consumo humano. Todos los despachos de semilla son oficialmente inspeccionados por las oficinas de cuarentena de Siria y son acompañados por un certificado fitosanitario.

Actividades de seguimiento

Los científicos de los programas nacionales cooperantes y del ICARDA, periódicamente evalúan el progreso del Programa Cooperativo de Ensayos Internacionales de Leguminosas de Grano. Dentro de estas actividades de seguimiento se pueden mencionar: reuniones de discusión en grupo, visitas individuales de científicos y viajes de trabajo a una región en compañía de científicos de los países (Travelling workshops). Estas reuniones y viajes también ayudan a hacer planeamiento conjunto de futuras estrategias, para revisar los ensayos, nuevos sitios de prueba y la liberación de futuras variedades por los programas nacionales. En el caso de que un país cooperante tenga necesidad de una cantidad mayor de semilla (de alguna línea sobresaliente en particular), para hacer pruebas o ensayos en fincas, el ICARDA podría cooperar incrementando esta semilla.

Estrategias para el futuro

Con base en los esfuerzos cooperativos que se han hecho en los pasados 10 años,

el Programa de Ensayos Internacionales de Leguminosas de Grano del ICARDA intenta concentrarse sobre las siguientes acciones en el futuro:

- Transferir gradualmente la responsabilidad de que los programas nacionales desarrollen y formen sus nuevas variedades.
- Incentivar a los científicos de los programas nacionales a que colaboren con sus mejores líneas de leguminosas, para ser incluidas en los ensayos internacionales.
- Proporcionar a los países más genotipos de los bloques de cruzamiento y poblaciones segregantes, en lugar de materiales ya terminados (variedades uniformes).
- Desarrollar métodos eficientes de mejoramiento, métodos de selección y tecnologías agronómicas que puedan ser adoptados por los programas nacionales.
- Conducir investigaciones especiales para resolver varios de los problemas críticos que han sido encontrados por los científicos en sus países.

✓
**ENSAYOS DE VARIEDADES DE LEGUMINOSAS DE GRANO EN
RED EN LA SUBREGION ANDINA**

✓
Edmundo Cevallos N. *
Cristóbal Villasís H. **

I. ANTECEDENTES

Los ensayos de variedades en red, conformada o no, se vienen realizando desde hace varias décadas. Quizás se iniciaron con el intercambio de materiales entre países vecinos, o con el intercambio de ensayos de adaptación y rendimiento, pero tal vez se definieron con la aparición de los Centros Internacionales, los cuales dieron todo el apoyo necesario para la planificación y ejecución de los llamados "Ensayos Internacionales". Dentro de los varios tipos de ensayos internacionales se destacaba el "Ensayo Uniforme de Rendimiento", conformado por variedades "élite", de diferentes países del mundo o de zonas determinadas y enmarcadas en ambientes de mayor similitud.

Es así como desde sus inicios, el CIMMYT, CIAT, ICARDA, IRRI, ICRISAT, IITA y otros, idearon un esquema de ensayos uniformes, por medio del cual evaluaban los genotipos sobresalientes. Esta idea luego se propagó y fue aceptada y acogida para ser desarrollada en regiones o zonas con similares problemas agronómicos, similitud de medio-ambientes, similar utilización del producto y otras características que hacían posible la unión de países en un intento por unificar metodologías de trabajo y aprovechar de mejor manera el germoplasma existente.

Es así como en Latinoamérica empezaron a funcionar programas y proyectos colaborativos entre Institutos de Investigación Nacional con apoyo financiero internacional y se adelantaron Ensayos de variedades en "RED", entre México y países centroamericanos, en Centroamérica, en la Zona Andina, en el Cono Sur y en la Zona del Caribe. Para el funcionamiento de estos programas se ha contado con el apoyo financiero del CIMMYT, CIAT y FAO principalmente, así como con el decisivo apoyo de los países participantes.

* *Ing. Agr. Jefe del Programa de Leguminosas, EESC-INIAP-Ecuador.*

** *Ing. Agr., M.Sc. Ex-Técnico del INIAP-Ecuador.*

En la Subregión Andina los ensayos formales de variedades en red se iniciaron con el apoyo del CIMMYT, hace más o menos quince años, con las denominadas ENZAS y ENZAT (Ensayos Zona Andina Sierra y Ensayos Zona Andina Trópico) en el cultivo de maíz (Zea mays). Posteriormente, el CIAT con los IBYAN en el cultivo de fréjol (Phaseolus vulgaris), inició y mantiene una red de ensayos con materiales genéticos adaptables a diferentes condiciones medio-ambientales, preferencia por tipo de grano y resolución de problemas fitopatológicos o entomológicos entre otros.

Ultimamente, y dentro del marco del PROCANDINO, el Programa de Leguminosas del INIAP, Ecuador, ha iniciado un ensayo de 10 líneas de lenteja (Lens culinaris), enmarcado en un tipo de ensayo uniforme en red que podría ser de provecho para los países del Area, que deseamos desarrollar este cultivo, que en la mayoría de nuestros países es deficitario y, en la totalidad de ellos, es un producto de importación casi en un 100%.

Consideramos que estos antecedentes, adolecerán de alguna falla de información, pero lo que se ha tratado es dar una idea, de cómo ha ido evolucionando la conformación de este tipo de ensayos, que sin lugar a dudas, han sido un importante aporte al desarrollo de variedades en diferentes países del mundo.

II. OBJETIVOS

Los objetivos de este tipo de ensayos, son similares a los señalados en el "Manual descriptivo del CIAT, sobre viveros internacionales de rendimiento de fréjol", los mismos que pueden resumirse en lo siguiente:

1. Obtener información del comportamiento de las variedades en una amplia gama de condiciones ambientales de las principales regiones productoras de leguminosas comestibles en la Subregión Andina para el siguiente material genético:
 - a. Cultivares sobresalientes, como las variedades comerciales en un país o región.
 - b. Selecciones promisorias de germoplasma, que reúnan atributos utilizables de manera inmediata en el mejoramiento genético.
 - c. Líneas avanzadas de los Programas de Mejoramiento de los Centros Internacionales y de los Programas Nacionales.
2. Contribuir a desarrollar, en los Centros Internacionales, material genético de alto rendimiento y amplia adaptación, con la identificación de progenitores apropiados.
3. Estimular a los demás Programas Nacionales, con la evaluación en diversas localidades de un juego de variedades adaptadas localmente, que representen el mejor

material disponible de cada región.

III. METODOLOGIA Y DATOS A TOMARSE

La metodología de los ensayos de variedades en red prácticamente es bien conocida, por la experiencia adquirida en el manejo de los "Ensayos Internacionales" distribuidos principalmente por los Centros Internacionales de Investigación Agrícola. En todo caso, esta metodología debe ser sencilla, clara y aplicable a las condiciones de los países involucrados en el proyecto. Los esquemas experimentales deberán ser simples y tratarán de obtener la información más importante acorde con los objetivos del ensayo.

Los datos a tomarse deberán ser los esenciales y en número tal que no constituyan un peso para los países participantes. Varios ensayos de este tipo han fracasado debido al excesivo número de datos, muchas veces innecesarios, involucrados en la investigación.

Es de desear que la información resultante, sea inmediatamente remitida al país de origen del ensayo y, a su vez, de este, una vez analizado, distribuida a los países participantes.

IV. RESULTADOS

El resultado que se espera de los Ensayos de Variedades en Red, es no solamente el de disponer de material germoplásmico superior en los diferentes cultivos de leguminosas comestibles, sino el de fortalecer a los Programas Nacionales, con el intercambio de experiencias entre los técnicos involucrados en el Proyecto Cooperativo, el conocimiento personal, para un mayor acercamiento, discusión y unificación de criterios relacionados con los diferentes tópicos de la investigación de las especies que en el fondo resultan ser de propiedad en los países del Area, que por su historia y tradición, poseen las mismas costumbres y hábitos, no solo en lo social, sino en lo económico y agrícola.



PROGRAMA DE LEGUMINOSAS INIAP-ECUADOR

P R O C I A N D I N O

Ensayo Uniforme de Adaptación y Rendimiento de Lenteja. 1987/88

(E A L 87 EC)

DATOS NECESARIOS PARA EL ENSAYO

Institución

Estación Experimental

Región o Provincia

Nombre del colaborador

Asistentes

Altitud

Fecha de siembra

Fecha de cosecha

DATOS CLIMATICOS SEMANALES

Precipitación

Temperatura

Análisis de suelo: N P K

Fertilización aplicada/ha (fertilizante completo)

N P K

INFORMACION DEL ENSAYO

Descripción de las entradas	:	Líneas seleccionadas
Número de entradas	:	9
Número de testigos	:	1
Diseño experimental	:	Bloques completos al azar
Número de repeticiones	:	3
Número de surcos por parcela	:	4
Largo de surcos	:	4 m
Distancia entre surcos	:	0.40 m
Area total de parcela	:	6.40 m ²
Area neta de parcela	:	2.40 m ²

NOTA: Para la cosecha se tomarán 3 m de largo de los dos surcos centrales, dejando 0.50 m a cada extremo.

**ENSAYO UNIFORME DE ADAPTACION Y RENDIMIENTO
DE 10 LINEAS DE LENTEJA (E A L 87 EC)**

Selección Ecuador

Nº ENTRADA	Nº INTRODUCCION
1	E-152
2	E-153
3	E-154
4	E-155
5	E-156
6	E-112
7	E-116
8	E-119
9	E-140
10	Testigo local

DISPOSICION DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO Y DATOS A TOMARSE

PARCELA	NUMERO ENTRADA	DIAS A FLORAC.	DIAS A MADUREZ	ENFERMED*			DENSIDAD POBLACION	RENDIM. (t/ha)	OBSERV.
				1	2	3			
101	5								
102	2								
103	9								
104	4								
105	10								
106	3								
107	1								
108	6								
109	7								
110	8								

* De 1 a 9; donde 1 es lo mejor y 9 lo peor.

DISPOSICION DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO Y DATOS A TOMARSE

PARCELA	NUMERO ENTRADA	DIAS A FLORAC.	DIAS A MADUREZ	ENFERMED.*			DENSIDAD POBLACION	RENDIM. (t/ha)	OBSERV.
				1	2	3			
201	1								
202	6								
203	10								
204	9								
205	3								
206	8								
207	2								
208	7								
209	4								
210	5								

* De 1 a 9; donde 1 es lo mejor y 9 lo peor.

DISPOSICION DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO Y DATOS A TOMARSE

PARCELA	NUMERO ENTRADA	DIAS A FLORAC.	DIAS A MADUREZ	ENFERMED.*			DENSIDAD POBLACION	RENDIM. (t/ha)	OBSERV.
				1	2	3			
301	4								
302	10								
303	3								
304	6								
305	2								
306	5								
307	1								
308	7								
309	9								
310	8								

* De 1 a 9; donde 1 es lo mejor y 9 lo peor.

ADAPTACION Y ALGUNOS ASPECTOS AGRONOMICOS DE LENTEJAS, GARBANZOS, HABAS Y ARVEJAS *

Mario Paredes C. **

Summerfield y Roberts (1980), han informado el comportamiento de varias especies leguminosas a la temperatura del aire y fotoperíodo; un resumen de sus datos se presenta en el Cuadro 2. Los resultados indican que las cuatro especies analizadas presentan a veces requerimientos de vernalización, son indiferentes al fotoperíodo y/o un buen comportamiento de día largo. Las lentejas, garbanzos y arvejas florecen más temprano bajo regímenes de temperaturas más cálidas.

Al analizar la respuesta al fotoperíodo de lenteja, garbanzo, haba y arvejas, se puede observar que todas presentan una respuesta cuantitativa al día largo y a la vernalización (Cuadro 3).

Precipitaciones y humedad

Las leguminosas crecen en localidades que presentan una gran diferencia de precipitaciones. Ellas se cultivan en zonas donde las precipitaciones varían entre 200-1000 milímetros. La lenteja, el garbanzo, la arveja y el haba se cultivan principalmente bajo condiciones de secano, aunque algunas de ellas se pueden cultivar en zonas de riego. En los cultivos de secano la distribución y la frecuencia con que caen las precipitaciones constituyen los principales factores limitantes de la producción (Sinha, 1979).

Duración del día y horas de sol

Son dos factores que pueden limitar el potencial de rendimiento de un cultivo. Por ejemplo, a pesar de existir un largo del día suficiente para que la planta floresca, si esta no tiene las horas de sol adecuadas, su rendimiento puede ser bajo. Estas condiciones se aplican de hecho a los cultivos ubicados alrededor del Ecuador, entre los 30°N y 30°S. En estas localidades el clima nublado puede ser un factor determinante para el crecimiento de los cultivos, aunque las horas de luz y la humedad no son factores

* El autor trata sobre los cultivos separadamente con sus respectivas bibliografías al final de los mismos.

** Ing. Agr. Programa de Leguminosas de Grano. Estación Experimental Quilamapu, INIA. Chillán. Chile.

limitantes (Sinha, 1979).

ADAPTACION Y ALGUNOS ASPECTOS AGRONOMICOS DE LENTEJAS, GARBANZOS, HABAS Y ARVEJAS

En general, las leguminosas de grano se adaptan a una gran variedad de condiciones climáticas (Sinha, 1979). Los garbanzos (Cicer arietinum L.), las arvejas (Pisum sativum L.), las lentejas (Lens culinaris Medik) y las habas (Vicia faba L.), se cultivan extensivamente en suelos de posición baja, entre 15° y 40°N. Por otra parte, el garbanzo producido entre 0° y 15°N, se cultiva en suelos de posición alta, donde logra alcanzar los requerimientos de bajas temperaturas. Las habas, incluso se pueden cultivar hasta los 60°N en suelos bajos cercanos al mar (Saxena, 1979).

Al igual que las especies no leguminosas, las especies leguminosas que se originan en climas más o menos templados (e.g. Asia, Mediterráneo o en el Sur de Europa), responden a la vernalización, largo del día y florecen más temprano en días largos comparado con días cortos (Summerfield y Roberts, 1980).

La temperatura influye fuertemente en la fase vegetativa y reproductiva de las leguminosas de grano. Sin embargo, cada especie tiene una gama de temperatura dentro de la cual se puede cultivar (Cuadro 1). En general, el garbanzo, haba, arveja y la lenteja tienen un buen desarrollo en zonas donde la temperatura varía entre 10° y 30°C (Sinha, 1979).

Cuadro 1. Régimen de temperatura durante el ciclo de crecimiento del cultivo de varias especies de leguminosas de grano.

ESPECIE	PAISES	REGIMEN DE TEMPERATURAS (t°C)
<u>Cicer arietinum</u> L.	India, Pakistán, Birmania Siria, Irán y España	2° - 30°C 10° - 30°C
<u>Lens culinaris</u> Medik	India, Pakistán y Bangladesh	2° - 30°C
<u>Pisum sativum</u> L.	Europa y Asia	10° - 30°C
<u>Vicia faba</u> L.	Europa, China, Egipto	10° - 30°C

Fuente: Sinha, 1979.

Cuadro 2. Período juvenil de vernalización. Fotoperíodo de garbanzos, lentejas, arvejas y habas.

Tribu/Especie	Período Juvenil	Requerimientos de Vernalización	Fotoperíodo óptimo para floración (1)		Florecen más temprano en respuesta a temperatura (2) más cálida en:					
			SD	IND	LD	Día Noche	Promedio	Constante	IND	
Viciae/Cicereae										
<u>Cicer arietinum</u>		+ -		+	+	+	+	+ -	+ -	
<u>Lens culinaris</u>	+	+ -		+	+				+ -	
<u>Pisum sativum</u>		+ -		+	+	+	+	+ -	+ -	+
<u>Vicia faba</u>	-	+ -		+	+				-	

(1) : SD = Generalmente 12 horas de duración o menos; LD = Generalmente 14-16 horas de duración; Indiferente (IND), basado en respuestas a fotoperíodos de 14-24 horas de duración.

(2) : Donde la temperatura diurna-nocturna no ha sido combinada factorialmente; es posible describir solamente respuesta a floración en términos de un rango de promedios de temperaturas basadas en las diversas fluctuaciones investigadas.

Temperaturas constantes = se refiere a estudios sin un cambio de régimen termal diurno. Indiferencia (IND) se basó en diferentes rangos entre especies y/o experimentos. Datos basados en investigaciones de 487 publicaciones.

Fuente: Summerfield y Roberts, 1980.

Cuadro 3. Resumen de la respuesta de algunas leguminosas de grano al fotoperíodo y vernalización.

Especie	Tribu	Centro Origen	Respuesta fotoperíodo (1)		Respuesta a la vernalización	
			Día corto 0 Q	DN 0 Q	Día largo 0 Q	0 Q
<u>Cicer arietinum</u>	Cicereae	Asia	*	*	*	*
<u>Lens culinaris</u>	Vicieae	Asia/Mediterráneo	*	*	*	*
<u>Vicia faba</u>	Vicieae	Asia/Mediterráneo	*	*	*	*
<u>Pisum sativum/ arvense</u>	Vicieae	Asia/Mediterráneo	*	*	*	*

(1) 0 y Q = Indican respuesta obligada y cuantitativa, respectivamente.

Fuente: Summerfield y Roberts, 1980.

BIBLIOGRAFIA

1. SAXENA, M.C. 1978. *Some agronomic and physiological aspects of the important food legume. Crops in West Asia. Food Legume Improvement and development* (g.c. Hawstin and G.J. Chacellor, eds.) IDRC. Ottawa, Canadá. 155-165.
2. SINHA. 1980. *Las Leguminosas alimenticias. Su distribución, su capacidad de adaptación y biología de los rendimientos. Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal N° 3, 123 pp.*
3. SUMMERFIELD, R.J. and ROBERTS, E.H. 1980. *Environmental regulation of flowering in Fababean, chickpea and lentils. In. Fababeans, Kabuli chickpeas, and lentils in the 1980: (Saxena, M.C. y S. Verma eds.).*

LENTEJAS (Lens culinaris Medik)

Adaptación

Las lentejas se cultivan en una gran diversidad de climas, donde las plantas sufren varios stress: frío, calor, sequía, salinidad, baja fertilidad y a veces inundaciones (Jana y Slinkard, 1979).

Las semillas de lentejas pueden germinar en un gran rango de temperaturas, en luz u oscuridad, en regiones de climas constantes y/o fluctuantes de temperaturas (Pilet y Went, 1956; Saint-Claire, 1972). La temperatura óptima para la germinación varía entre los genotipos, edad de la semilla y su tamaño. En general, semillas pequeñas pueden germinar más rápidamente que las semillas más grandes a temperaturas de 15-25°C (Saxena, 1979; Saint-Claire, 1972).

Las plántulas de lentejas pueden tolerar heladas severas, pero pueden morir, si estas son prolongadas y repetidas (Jana y Slinkard, 1974) y/o acompañado de fuertes vientos secantes. Al dañarse la parte aérea de las plántulas, se puede producir un rebrote desde las yemas axilares ubicadas bajo la superficie del suelo (Jana y Slinkard, 1979; Summerfield y Wein, 1981). Al parecer los estados de desarrollo posteriores de la planta no son tolerantes a las heladas, ya que heladas suaves durante el período de floración pueden resultar en aborto de flores y, en caso que estas sean más severas, las semillas inmaduras pueden sufrir daño.

Temperaturas bajas (menores a 10°C) durante floración, pueden atrasar la floración y alargar el período vegetativo y promover un excesivo crecimiento vegetativo. Por otro lado, altas temperaturas durante la floración pueden reducir el período reproductivo y acelerar la senescencia de la planta.

La tasa de crecimiento e Índice de área foliar de las lentejas es pequeño durante el período vegetativo, especialmente a bajas temperaturas y en condiciones de secano. Durante este período un stress hídrico en la planta puede afectar negativamente su área foliar y rendimiento. Las variedades de semillas pequeñas son consideradas como más tolerantes a la sequía que las variedades de semillas más grandes, ya que las primeras tienen un período vegetativo más corto.

El stress de agua afecta también negativamente todos los aspectos del proceso simbiótico como son: formación y muerte de nódulos, absorción de oxígeno por parte de los nódulos y la actividad de reducción del acetileno. Por otro lado, las lentejas requieren de altos niveles de oxígeno en la zona radicular y no son capaces de tolerar

suelos mal drenados o inundaciones (Jana y Slinkard, 1979).

Las lentejas son medianamente tolerantes a la salinidad (Mateo Box, 1961; Saint-Claire, 1972). La tolerancia a la salinidad está entre 8,4 y 13,1 mmhos/cm. La lenteja tiende a acumular Na y Mg al aumentar el contenido de sal en el sustrato, lo cual se traduce en un menor desarrollo de la planta.

El estado más crítico a la salinidad es la germinación y el inicio del crecimiento de las plántulas, ya que la salinidad no tiene un efecto muy importante después del estado de floración (Jana y Slinkard, 1979).

Agronomía

La profundidad óptima de siembra en lentejas es de 4-5 cm (Saxena, 1979; Saint-Claire, 1972). En general, cultivares de semillas más pequeñas parecen ser más sensibles a mayores profundidades de siembra que cultivares de semillas más grandes, de ahí la justificación que tienen muchos agricultores que siembran semillas de tipo locales, de seleccionar semillas grandes para obtener un mejor establecimiento del cultivo.

Fecha de siembra

La fecha de siembra óptima en lentejas varía de localidad en localidad, de acuerdo con las condiciones agroclimáticas (Cuadro 4). Ensayos realizados en diferentes países han demostrado que un atraso en la época de siembra reduce significativamente el rendimiento. Esta disminución del rendimiento se debe a una reducción del período de crecimiento. Sin embargo, siembras tempranas pueden ser afectadas por heladas y una menor tasa de crecimiento por bajas temperaturas y enfermedades tales como: Ascochyta lentis y Sclerotinia sp. (Tay, France y Paredes, 1987). Por otro lado, en siembras tempranas las plantas tienen una mejor eficiencia del uso del agua, debido probablemente a un mejor desarrollo radicular.

Densidad de plantas

La respuesta a la densidad de plantas en lentejas ha sido altamente variable y dependiente de las condiciones del clima y cultivar (Saxena, 1979; Saxena, 1980). Ensayos realizados en Siria, han demostrado un aumento de rendimiento en grano de lentejas al aumentar la dosis de semilla/m², alcanzándose el mayor rendimiento en dosis de 300-450 semillas/m². Estas densidades de siembra se pueden obtener sembrando la semilla espaciada a 1,5 a 3,0 cm y en hileras distanciadas a 15 y 30 cm entre ellos (Saxena, 1979).

Cuadro 4. Fechas de siembra recomendadas en algunos países productores de lentejas.

CONTINENTE/PAIS	FECHA DE SIEMBRA
<u>Asia</u>	
Jordania	15 diciembre - 15 enero
Irán	marzo - abril
Irak	noviembre
Siria	---
Turquía	noviembre octubre - noviembre febrero - marzo
India	octubre - abril mayo - septiembre
<u>Africa</u>	
Egipto	1 - 15 noviembre
Argelia	15 enero - 15 febrero
Tunes	noviembre - diciembre
Sudán	noviembre - diciembre
<u>América</u>	
Estados Unidos	temprano en primavera
Canadá	temprano en primavera
Argentina	10 junio - 15 julio
Chile	
- Centro Norte	mayo
- Centro Sur	
. Secano Interior	abril - mayo
. Secano Costero	mayo - junio junio - agosto
. Valle Central y Precordillera	mayo - junio
- Sur	
. Secano Interior	abril - mayo
. Valle Central	julio - agosto
. Vegas	fin de invierno

La densidad de plantas recomendadas para cultivares de semilla grande es de 220 plantas/m² y para semilla pequeña 328 plantas/m² (Tosun y Eser, 1979). Otras investigaciones han demostrado que la dosis de semilla recomendada para variedades de semilla tamaño pequeño varía entre 60 y 80 kg/ha y para cultivares de semilla grande 160 y 200 kg/ha (Saxena, 1979). Ensayos realizados en Siria y Líbano demostraron que densidades de plantas mayores a 133,3 plantas/m² no aumentaban el rendimiento en grano de lenteja. Sin embargo, poblaciones inferiores a 133,3 plantas/m² reducían significativamente el rendimiento (Saxena, 1980). Ensayos realizados en Chile han demostrado que densidades de plantas de 70-80 plantas/m², son suficientes para obtener altos rendimientos

en lentejas en la zona Centro-Sur. Esta población de plantas se logra sembrando 80 kg de semilla/ha en hileras separadas a 34 cm entre ellas (datos no publicados). Peñaloza y Mera (1986) al estudiar 14 densidades de siembra determinaron una respuesta cuadrática entre densidades de plantas y el rendimiento en grano. Sin embargo, en la evaluación de tres dosis de semilla (60, 80 y 100 kg/ha) en cinco fechas de siembra en el Sur de Chile, no se observaron diferencias significativas entre las dosis evaluadas (Krarup, 1984). Por otro lado, el aumento de 40 a 80 kg de semilla/ha produjo un aumento de rendimiento en grano (Ahlawat, Singh y Saraf, 1982). En investigaciones realizadas en Chile, para evaluar las dosis de semillas en siembras mateadas, se concluyó que el aumento del número de semillas/golpe no produjo un aumento de rendimiento en las lentejas.

La distancia entre hileras varía con la localidad, genotipo y fecha de siembra. En general, las recomendaciones en distancias entre hileras fluctúan entre 15 y 50 cm. Donde las condiciones lo permiten, una menor distancia entre hileras puede favorecer un mejor desarrollo radicular y extracción de humedad de las capas inferiores del suelo, lo cual podría ser muy ventajoso bajo condiciones de sequía. El rendimiento de lentejas fue mayor en distancia de siembra entre hileras de 15 cm, comparado con 30 cm y sobre la hilera de 1,5 cm (Wilson y Teare, 1972).

Fertilización

Estudios realizados en Siria han estimado que un cultivo de lenteja que rinde 2 ton puede extraer 95 - 100 kg de N/ha, 28 kg de P₂O₅/ha y 78 kg de K₂O/ha (Saxena, 1979). Estimaciones de extracción de nutrientes en tres cultivares de lentejas (Chilean 78, Tekoa y Brewer) en EE.UU., con un rendimiento de 1000 kg/ha de semilla indicaron que estas variedades extrajeron 43 kg de N; 5,0 kg de P/ha; 11,7 kg de K/ha; 0,7 kg de Ca/ha; 1,2 kg de Mg y 2,0 kg de S (Summerfield, Muehlbauer y Short, 1982), por lo tanto, para obtener un buen rendimiento en grano es indispensable realizar una buena fertilización al cultivo.

Nitrógeno

Al igual que otras leguminosas, las lentejas pueden responder a la inoculación con inoculantes, dependiendo del genotipo utilizado, rotación del cultivo, tipo de suelos y concentración de nutrientes, especialmente la concentración de nitrógeno inorgánico disponible para el cultivo.

Las lentejas se infectan con el Rhizobium leguminosarum capaz de nodular en otras especies de leguminosas como son las arvejas y habas. Los nódulos de las lentejas

son indeterminados, alargados y algunas veces ramificados y con una meristema apical (Sprent, 1980).

La fijación simbiótica de nitrógeno en lentejas ha sido estimada entre 33 y 77 kg/ha (Nutman, 1977), 103 a 105 kg/ha (Risk, 1966), (Erdaman, 1953) y en 80 kg/ha (Smith et al., 1987). En estudios realizados en Egipto (Saxena, 1979), Siria (Saxena e Isalm, 1982) y Canadá (Rennie y Debetz, 1986) han demostrado que un 67% a 80% de los requerimientos de Nitrógeno de la planta pueden ser satisfechos por la fijación simbiótica. Sin embargo, en aquellos suelos que se siembra por primera vez lentejas y aquellos que poseen un bajo contenido de nitrógeno disponible, aplicaciones de 20 a 30 kg/ha podrían ser necesarias para lograr una adecuada nutrición de la planta (Saxena, 1981; Sekhon, Kaul y Dahiya, 1978; Sharma y Singh, 1986).

En algunos suelos donde las poblaciones de Rhizobium ya existen, el efecto de la inoculación depende principalmente de la efectividad, habilidad competitiva de las cepas nativas y/o introducidas al suelo (Islam, Solh, Saxena, 1985; Saxena y Wassimi, 1980).

Diferentes estudios realizados en lentejas indican que la inoculación puede incrementar el vigor y el peso seco de la planta (Ahmad, Athar y Niazi, 1986), nodulación y actividad de la nitrogenasa (Sekhon, Dhinga, Sandhu y Bhandai, 1986; Islam y Afandi, 1980), el contenido de nitrógeno en la planta (Ahmad, Athar y Niazi, 1986) y el rendimiento en grano (Sekhon, Dhinga, Sandhu y Bhandai, 1986; Islam y Afandi, 1980).

Fósforo

Los suelos en que se siembran las lentejas se caracterizan por su baja fertilidad y contenido de fósforo. La dosis óptima depende del nivel de fósforo y contenido de humedad del suelo. En siembras, donde la humedad no es un factor limitante, la respuesta a las aplicaciones a fósforo es escasa (Saxena, 1980).

En general, las dosis de fosfato recomendadas fluctúan entre 40 y 100 kg PsO₅/ha (Summerfield, Muehlbauer y Short, 1982; Saxena, 1979; Sekhon, Kaul y Sandhu, 1983; Sharma, Singh y Sharma, 1970; Singh, Farada y Sharma, 1979; Verma y Kalra, 1981; Nema, Singh y Singh, 1984). Las aplicaciones de fertilizantes fosfatados se recomiendan cuando la concentración de fósforo es igual o menor a 8 ppm (Saxena, 1979) o 4 ppm (Summerfield, Muehlbauer y Short, 1982).

Las lentejas son altamente susceptibles al contacto directo del fertilizante fosfatado con la semilla, observándose reducciones drásticas en la población de plantas en

dosis de 80-100 kg/ha (Slinkard, 1978). Sin embargo, la aplicación de 50 kg de P₂O₅/ha como superfosfato triple mezclado con la semilla no disminuyó el rendimiento en grano (Saxena, 1980). En suelos fijadores de fosfato la localización del fertilizante aumenta su eficiencia en comparación con aplicaciones al voleo.

El uso de fertilizantes fosfatados aumentó el rendimiento en grano (Sharma, 1970; Sharma y Singh, 1986; Sekhon, Kaul y Sandhu, 1983), altura de la planta, número de nudos, peso seco de raíces y la concentración de P en el tallo (Singh y Saxena, 1986), vainas por planta y nodulación (Sekhon, Kaul y Sandhu, 1983).

Necesidades de agua

La mayoría de las lentejas se siembran bajo condiciones de secano. Sin embargo, en ciertas localidades el suplemento hídrico ha contribuido a un aumento en el rendimiento (Saraf y Baitha, 1979; Verma y Kalra, 1981; Subeda, Singh y Singh, 1983; Nema, Singh y Singh, 1984; Cheena, Chander, Kundra y Malhotra, 1985; Saraf y Baitha, 1985; Murari y Pandey, 1985). Se ha determinado que la floración y llenado de grano son los períodos más sensibles al déficit hídrico y puede causar reducciones en el rendimiento, dependiendo de la tensión de humedad en el suelo.

La tasa de transpiración varía con la localidad y el genotipo. Investigaciones realizadas en lentejas indican que la tasa de transpiración varía entre 200 y 500 litros/ha de materia seca producido en la región húmeda y de 800 a 1500 lt en una región semiárida (Saxena, 1980).

BIBLIOGRAFIA

1. **AHLAWAT, I.P.S.; SINGH, A. and SARAF, C.S.** 1982. *Yield of lentil cultivars affected by date rate of seeding under late sown condition. Indian J. Agr.* 27(3):257-262.
2. **AHMAD, M., ATHAR, M. and NIAZI, B.H.** 1986. *Effect of Rhizobium inoculation on growth and crude protein/nitrogen content of lentil in relation to soil salinity. LENS.* 13:16-19.
3. **AMIRSHAHI, M.C.** 1978. *Food Legume Production and Improvement. In Iran. In* (Hawtin. G.C. and Chancellor G.J. eds.). IDRC. Ottawa, Canadá.
4. **ANTOUN, M.A. and ANOL, A.** 1978. *Food Legume Production in the Hashemite*

kingdom of Jordan. In. *Food Legume Improvement and Development* (Hawtin, G.C. and Chancellor, C.J. eds.). IDRC. Ottawa, Canadá.

5. BOUSLAMA, M. and DJERBI, M. 1978. Food Legume improvement in Tinisua. In. *Food Legume Improvement and Development*. (Hawtin, G.C. and Chancellor, G.J. eds.). IDRC. Ottawa, Canadá.
6. CHEMA, S.S. CHANDER, K. and MALHOTRA, O.P. Water use efficiency and yield of lentil under different irrigation levels. *Indian J. of Ecology* 12(2):257-260.
7. EL - MATT, S. 1978. Food legume production in Syria. In. *Food Legume Improvement and Development*. (Hawtin, G.C. and Chancellor, G.J. eds.). IDRC. Ottawa, Canada.
8. ESER, D. 1978. Grain legume production in Turkey. In. *Food Legume Improvement and Development* (Hawtin, G.C. and Chancellor, G.J. eds.). IDRC. Ottawa, Canada.
9. IBRAHIM, A.A., NASSIB, M.A. and EL-SHERBBENY, M. 1978. Production and improvement of grain legumes in Egypt. In. *Food Legume Improvement and Development* (Hawtin, G.C. and Chancellor, G.J. eds.). IDRC. Ottawa, Canada.
10. INTA. Lentil cultivation. Agriculture Experiment Station San Pedro, Argentina, 20p.
11. ISLAM, R. and AFANDI, F. 1980. Response of lentil cultivars to Rhizobium inoculation and nitrogen fertilization. *LENS* 7:50-51.
12. ISLAM, R., SOLH, M.B. and SAXENA, M.C. 1985. Effect of fertilization, inoculation and carbofuran on nodulation, yield and protein content of lentil. *LENS* 12:32-36.
13. JANA, M.K. and SLINKARD, A.E. 1979. Salt stress in Legumes. *International Seminar on lentil. Aleppo. ICARDA.*
14. JANA, M.K. and SLINKARD, A.E. 1979. Drought stress in legumes. *International Seminar on lentil. Aleppo. ICARDA.*
15. KHAYRALLAH, W. and HACHEMI, L. 1978. Food legumes in Algeria. In. *Food Legume Improvement and Development*. (Hawtin, G.C. and Chancellor, G.J. eds.) IDRC. Ottawa, Canada.
16. KRARUP, A.H. 1984. The effect of sowing dates and rates on lentil yield components. *LENS* 11(1):18-20.

17. LAHOUD, R., MUSTAFA, M. and SHEHADE, H.M. 1978. Food legume production in Lebanon. In. *Food Legume Improvement and Development* (Hawtin, G.C. and Chancellor, G.J. eds.). IDRC. Ottawa, Canada.
18. MATEO, BOX, J.M. 1961. Chickpea. In *Leguminosas de grano* (Era, I. ed.) Salvat, Barcelona, España.
19. MAYOUF, M.A. 1978. Food legumes in Iraq. In. *Food Legume Improvement and Development* (Hawtin, G.C. and Chancellor, G.J. eds.). IDRC. Ottawa, Canada.
20. MURARI, K. and PANDEY, S.L. 1985. Influence of soil moisture regimes, straw mulching, and kaolin spray on yield-attributing characters, and correlation between yield attributes in lentil. *LENS*. 12:18-20.
21. MULTMAN, P.S. 1977. *Symbiotic nitrogen fixation in plants*. Cambridge, Cambridge U. Press.
22. PEÑALOZA, H. y MERA, M. 1986. Efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento y componentes de rendimiento en lentejas (*Lens culinaris* Medik) *Agricultura Técnica* 46(3):231-236.
23. PILET, P.E. and WENT, F.W. 1956. Control of growth of *Lens culinaris* by temperature and light. *An J. Bot.* 43:190-198.
24. RENNIE, R.J. and DUBETZ. 1986. Nitrogen-15- determined nitrogen fixation in yield grown chickpea, lentil, fababean and field pea. *Agr. J.* 78(4):654/660.
25. RISK, S.G. 1966. Atmospheric nitrogen fixation of legumes under Egyptian condition. *J. Microbiology VAR*, 1966. 1:33-45.
26. SAINT-CLAIR, P.M. 1972. Response of *Lens esculenta* Moench to controlled environment factors. *Modelingen Landbowhogeschool, Wageningen N° 72*, 12, 84p.
27. SALIH, F.A. 1978. Food legumes research and development in the Sudan. In. *Food Legume Improvement and Development*. (Hawtin, G.C. and Chancellor, G.J. eds.). IDRC. Ottawa, Canada.
28. SARAF, C.S. and BAITHA, S.P. 1979. Effect of varying soil moisture regimes and phosphorus levels on growth, yield and consumptive use of water by lentil planted on different dates under Delhi conditions. *LENS* 6:1-7.
29. SAXENA, M.C. 1979. Some agronomic and physiological aspects of the important

food legume crops in west Asia. In. *Food Legume Improvement and Development* (Hawtin, G.C. and Chancellor, G.J. eds.). IDRC. Ottawa, Canada.

30. SAXENA, M.C. and WASSIMI, N. 1980. Plasticity of lentil genotypes as affected by moisture supply and soil fertility. *LENS*. 7:29-31.
31. SAXENA, M.C. and WASSIMI, N. 1980. Effect of fertilizer application and inoculation on the performance of lentil and subsequent wheat crop. *LENS*. 7:52/53.
32. SAXENA, M.C. 1981. Agronomy on lentil. In. *Lentils* (Webb, C. and Hawtin, G.C. eds.). CAB, Slough, England.
33. SAXENA, M.C. and ISLAM, R. 1982. Evaluation on different food legumes for their symbiotic nitrogen fixation in a two course rotation under the rainfed conditions of Northern Syria. Meeting on Biological nitrogen fixation, FAO/IAEA joint Division, IAEA, Vienna, Austria.
34. SEKHON, H.S., KAUL, J.N. and SANDHU, T.S. 1983. Effect of phosphorus fertilization on yield and nodulation in lentils. *LENS*. 10:25-27.
35. SEKHON, H.S. et al. 1986. Effect of time on sowing, phosphorus, and herbicides on the response to Rhizobium inoculation. *LENS*. 13:11-15.
36. SHARMA, B.M. 1970. Effect of application of N, P, K on grain yield of lentil Indian J. Agric. Sci. 40(6):512-515.
37. SHARMA, B.B. and SINGH, R.R. 1986. Response on lentil to seeding rates and fertility levels under semi-arid conditions. *LENS* 13:23-25.
38. SINGH, R.S., FARADA, A.S. and SHARMA, H.C. 1979. Effect of irrigation and fertility levels on the yield and water requirement of lentil. *Indian J. Agr.* 24(3):351-353.
39. SLINKARD, A.E. and HENRY, J.L. 1978. Phosphate fertilization on lentils. *LENS*. 5:24-25.
40. SMITH, S.C. et al. 1987. Seasonal N₂ fixation by cool season pulse based on several 15 N methods. *Plant and soil* 97(1):313.
41. SPRENT, J.I. 1980. Root nodule anatomy type of export product and evolutionary origin in some leguminosae. *Plant, cell and environment* 3:35-44.

42. SUMMERFIELD, R.J. and WEIN, H.C. 1980. *Effects on photoperiod and air temperature on growth and yield of economic legumes. In advances in legumes Science, (Summerfield, R.J. and A.H. Bunting, eds.) Her Majesty's Stationary Office, London.*
43. SUMMERFIELD, R.J., MUEHLBAUER, F.J. and SHORT, R.W. 1982. *Description and culture on lentils. U.S. Department of Agriculture. Productions Research Report Nº 181, 22 p.*
44. TAY, J., FRANCE, A. y PAREDES, M. 1987. *Efecto de la época de siembra en los rendimientos de lentejas. Investigación y Progreso Agropecuario Nº 31: 19-21.*
45. TIWARI, A.S. 1978. *Food legumes in Indian. In. Food Legume Improvement and Development (Hawtin G.C. and Chancellor, G.J. eds.). IDRC. Ottawa, Canada.*
46. VERMA, V.S. and KALRA, G.S. 1981. *Effect of irrigation, nitrogen and phosphorus on nutrient uptake and quality of lentil. Indian J. Agr. 26(2):158-162.*
47. VERMA, V.S., SINGH, S. and SINGH, P.P. 1984. *Response of lentil to irrigation and fertility levels, LENS. 11:21-24.*
48. WILSON, V.E. and TEARE, I.D. 1972. *Effect of between and within row spacing on components of lentil yield Crops Sci. 12:507-510.*

GARBANZOS (Cicer arietinum L.)

Adeptación

El garbanzo se cultiva en un amplio rango de latitudes, longitudes y alturas, el cual está sujeto a una amplia variedad de climas.

El rendimiento en grano depende del crecimiento vegetativo y reproductivo de la planta, los cuales son afectados directa o indirectamente por el medio ambiente (Summerfield and Wein, 1980; Summerfield et al., 1979).

El garbanzo para su crecimiento vegetativo necesita temperaturas de día y noche que oscilan entre los 26-18°C y 29-21°C (Kay, 1979).

La planta de garbanzo puede germinar en un amplio rango de temperaturas (10 a 45°C), pero este proceso se hace más rápido a temperaturas diurnas constantes de 20°C o en condiciones de fluctuaciones diurnas de 15-25°C (Van der Measen, 1972). Sin embargo, Kay (1979) menciona que la temperatura óptima para la germinación fluctúa entre los 5 y 15°C. Bajas temperaturas y alta humedad retrasan considerablemente el proceso de germinación, aumentando las posibilidades de daño por los patógenos del suelo.

Algunos genotipos de garbanzo responden a la vernalización. Genotipos que responden a la vernalización se identifican en países donde las siembras de garbanzo se realiza en invierno (India y Egipto) y donde la temperatura primaveral es baja y permite una vernalización natural (Irán-Turquía) (Saxena y Saddique, 1980). El requerimiento de la vernalización puede ser ventajoso en climas mediterráneos para prever la aparición de flores antes del invierno (Summerfield et al., 1979).

El garbanzo se considera como una planta resistente a la sequía. La planta crece normalmente en zonas con una precipitación anual de 650-750 mm; aunque puede cultivarse en zonas en que la precipitación es de 1000 mm/año. El exceso de humedad en el suelo, induce una escasa aereación, lo cual provoca una escasa nodulación y crecimiento de las raíces.

Las plantas de garbanzo son susceptibles a la salinidad. La alcalinidad en el suelo puede afectar adversamente la germinación, crecimiento y rendimiento del garbanzo. Los síntomas más frecuentes en la planta son: un desarrollo superficial de las raíces, pobre ramificación, necrosis y caída prematura de las hojas y escasa nodulación (Chandra, 1979; Pawan, Bhambie y Mehta, 1983; Kumar, Singh y Buttar, 1983).

Agronomía

La profundidad de siembra es un factor importante en siembras de secano en garbanzo y afecta la germinación y establecimiento del cultivo. En siembras de secano la profundidad de siembra recomendada es 10 cm mientras que en siembras de riego, la mejor profundidad es 5-7 cm (Saxena y Yadav, 1975).

Fecha de siembra

La fecha de siembra ha probado ser un factor muy importante que influye considerablemente en el rendimiento de garbanzos. En general, el garbanzo se siembra en primavera y crece con humedad residual (Cuadro 5). Sin embargo, se ha demostrado que las siembras otoñales pueden aumentar el rendimiento en grano del cultivo (Singh y Hawtin, 1979; Saxena, 1979). Las ventajas de las siembras invernales en garbanzo se deben a: a) mejor establecimiento y nodulación de las plantas; b) siembra en suelos que tengan un buen drenaje, ya que la planta no tolera excesos de agua. Sin embargo, la aparición de enfermedades como Ascochyta rabiei y Botrytis sp. puede destruir totalmente el cultivo si no se tienen variedades resistentes a estos patógenos, (Singh y Hawtin, 1979; Saxena, 1979; Keatinge y Cooper, 1983).

En general, las siembras de garbanzos realizadas fuera de la época óptima de siembra afectan el rendimiento en grano, componentes de rendimiento, ataque de enfermedades y plagas (Saxena y Yadav, 1976; Singh y Hawtin, 1979; Saxena, 1979; Murinda y Saxena, 1980; Lal et al., 1980; Keatinge y Cooper, 1983; Saxena, 1984; Peñaloza, 1984; Kayser y Hannan, 1985; Bennett y Mc. Neil, 1985; Saxena, 1986).

Densidad de plantas

La densidad óptima de plantas depende de las condiciones ambientales, agronómicas y genéticas del cultivar utilizado en una determinada localidad. Aunque el garbanzo presenta una gran plasticidad en las respuestas a la densidad de plantas, la planta muestra un alto rendimiento biológico y bajo índice de cosecha cuando se trabaja a altas densidades de plantas (Saxena, 1986). Esta situación ha llevado a algunos autores (Saddique et al., 1984) a proponer un ideotipo de garbanzo que posee solamente dos ramos principales, con lo cual se podría obtener un alto rendimiento en grano a altas densidades de plantas.

En general, dosis de semilla de 50 a 75 kg han sido recomendadas para variedades tipo desi y de 75 a 100 kg/ha para variedades tipo kabuli bajo condiciones de la India (Saxena y Yadav, 1975). En Chile, la dosis de semilla utilizada para garbanzos tipo Kabuli es de 150 kg/ha. Debido a problemas de establecimiento del cultivo, la emergencia

de plántulas es solamente un 60 a 70% de las semillas sembradas.

La densidad óptima de plantas en el cultivo de garbanzos es de 33 plantas/m² (Saxena, 1980; Singh, 1983; Siddique *et al.*, 1984). Sin embargo, se han observado diferencias genotípicas en la respuesta a la población de plantas. Plantas erectas tienden a responder mejor a aumentos de densidad de plantas que plantas postradas. Se han observado aumentos de rendimiento en genotipos erectos de 35 a 50 pl/m² con una reducción de la distancia de siembra de 30 a 20 cm y para genotipos postrados de 33 pl/m² (Saxena, 1980; Singh, 1981; Keatinge y Cooper, 1984).

Estudios realizados en la India para evaluar geometría de siembra, determinaron que no hubo diferencias significativas entre siembras de geometría cuadrada y rectangular, aunque se presentó una tendencia a un mayor rendimiento en grano en siembras de geometría cuadrada, (Saxena y Yadav, 1975; Saxena, 1980; Saxena y Sheldrake, 1980).

En general, siembras invernales de garbanzos tienden a responder mejor al aumento de población de plantas para siembras primaverales bajo condiciones de secano.

En un estudio realizado en ICARDA (Saxena, 1984) en varias localidades, se concluyó que el rendimiento de garbanzo aumentó significativamente en todas las localidades cuando la población de plantas aumentó de 16.6 pl/m² a 33 pl/m². Sin embargo, en una localidad con mayor pluviometría, este aumento se observó hasta las 50 pl/m². En algunas localidades, el garbanzo, sembrado en primavera aumentó su rendimiento hasta las 33.3 pl/m²; pero en las localidades en que ocurrió este fenómeno, el aumento de rendimiento fue menor comparado con el rendimiento obtenido en siembras invernales. Por otro lado, el aumento de densidad de plantas de 16.6 a 50 pl/m², en siembras invernales mostró una respuesta lineal a la intercepción de la radiación fotosintéticamente activa, en contraste con siembras primaverales donde este fenómeno fue asintótico, después de las 25 pl/m² (Saxena, 1984).

En general, el garbanzo se siembra en distancias de 20 a 60 cm entre hileras. en algunas localidades, distancias de siembra estrechas han sido favorables para un mayor ataque de Heliiothis armigera y/o la presencia de enfermedades foliculares y/o radiculares (Sithanantham y Reed, 1979).

Fertilización

La absorción total de nutrientes en garbanzos ha sido estimada en 60 a 200 kg N/ha, 5-15 kg P₂O₅/ha (Saxena y Yadav, 1976; Saxena, 1980) y 60-170 kg de K/ha (Saxena, 1980).

Nitrógeno

Las cepas de Rhizobium que nodulan al garbanzo son bien específicas y no muestran afinidad con ningún otro miembro conocido de los grupos de inoculación cruzados (Saxena, 1986). En garbanzos, la actividad de la reducción de acetileno por planta aumenta a medida que los nódulos crecen hasta el período de floración. Posteriormente, esta actividad decrece bruscamente.

Esta reducción en la fijación está asociada con la reducción de producción de nódulos (Evans, 1981) y competencia con los fotosintatos de la planta.

La fijación de nitrógeno en garbanzos varía entre 67-141 kg de N/ha (Risk, 1966); 41-270 kg N/ha (Nutman, 1976); 75 kg de N/ha en garbanzos sembrados en invierno y 42 kg de N/ha en garbanzos sembrados en primavera (Saxena e Islam, 1982); 35-78 kg N/ha (Khating, Ghosin y Kar, 1981). De las necesidades de nitrógeno de la planta, un 80% es proporcionado por el proceso de fijación simbiótica (Saxena e Islam, 1982).

La respuesta a la inoculación con cepas de Rhizobium ha sido poco clara y en la mayoría de las veces no significativa. Esta escasa respuesta a la inoculación indica que las cepas introducidas no son mejores y/o más agresivas que las cepas que existían en el suelo. Estudios realizados utilizando varias mezclas de cepas de Rhizobium indicaron que la presencia de una cepa efectiva en el inoculante es suficiente para producir una adecuada nodulación e incrementar el rendimiento de garbanzo (Islam, 1980). En circunstancias diferentes, se han reportado efectos positivos en el rendimiento a la inoculación de la semilla en garbanzos (Islam y Afandi, 1980; Vora y Desai, 1980; Islam y Saxena, 1981; Mc. Neil, Croft y Sandhu, 1981; Rupela y Saxena, 1986). Pequeñas aplicaciones de Nitrógeno de 15 a 25 kg/ha han probado también ser efectivas en el cultivo del garbanzo. Por otro lado, altas aplicaciones de nitrógeno (100 kg/ha) como una manera de eliminar la fijación simbiótica no ha probado ser efectiva en aumentar los rendimientos en grano. La planta crece demasiado vegetativamente en desmedro del crecimiento reproductivo (Saxena y Sheldrake, 1980).

El análisis de 267 experimentos realizados en India desde 1950 a 1978 indicaron que aplicaciones de 30 a 34 kg de N/ha fueron económicas en siembras de secano. Las aplicaciones de nitrógeno en riego no eran económicas. La respuesta a la fertilización fosfatada fue poco elevada y significativa (Rajendrau, Jha y Ryan, 1982).

Fósforo

El garbanzo responde a aplicaciones de fosfato de 50 a 80 kg P₂O₅/ha, (Chowdhury,

S.L.; RAM, S. and GIRI, G., 1975; Chundawat, G.S., Sharma, R.S., Sherawat, G.S., 1976; Panwar, K.S., Singh, Y.P., Singh, U.V. and Misra, A.S., 1977; Rathi, S.S. and Singh, D., 1976; Kushwaha, Sharma y Patidar, 1985). Por otra parte, la localización de los fertilizantes bajo semilla ha sido superior a las aplicaciones al voleo (Sinha, 1978). La absorción de fósforo varía entre 5 a 10 kg/ha, dependiendo de las condiciones de crecimiento.

Estudios en ICARDA han revelado que el garbanzo no responde a la fertilización fosfatada en el mismo suelo en el cual las lentejas y habas muestran deficiencias de fósforo y responden a la fertilización fosfatada. Esto puede indicar que el garbanzo puede ser más eficiente en la absorción y utilización del fósforo del suelo (Saxena, 1979). En suelos con niveles de 2.5 ppm en los primeros 15 cm del suelo y 1.5 ppm en las capas inferiores, se obtienen buenas respuestas a la fertilización fosfatada y a la nodulación.

La deficiencia de fósforo resulta indirectamente en una deficiencia de nitrógeno, restringiendo la simbiosis, lo cual se traduce en una reducción en la producción de materia seca y rendimiento del cultivo. Aplicaciones de 50 kg de P₂O₅ resultan en el incremento de nódulos y producción de materia seca.

Necesidades de agua

Las necesidades de agua (tasa de transpiración) en el garbanzo son altas comparadas con otros cultivos. En siembras primaverales, el garbanzo obtiene sus requerimientos hídricos del agua conservada en las profundidades del suelo de la temporada anterior. En ausencia de la disponibilidad de agua necesaria para las necesidades de la planta, el cultivo responde a la suplementación hídrica (Hushwada, Sharma y Potidar, 1985; Singh, Raham y Saxena, 1983; Shaktawat y Sharma, 1986).

La emergencia de plántulas es óptima con una humedad del suelo a capacidad de campo (0,033MPa) (Sharma, 1985). En estados de desarrollo posteriores, el garbanzo es capaz de extraer agua de los primeros 60 cm del suelo, perfil del mismo donde se concentra la mayor cantidad de raíces (Gupta y Agrawal, 1977; Keatinge y Cooper, 1984).

Cuadro 5. Fecha de siembra recomendadas en algunos países productores de habas.

CONTINENTE/PAIS	FECHA DE SIEMBRA
<u>Asia</u>	
Irán	marzo - abril
Irak	marzo - julio
Líbano	marzo
Turquía	marzo - mayo
<u>Africa</u>	
Egipto	noviembre
Sudán	octubre - noviembre
Tunes	marzo - abril
Etiopía	agosto - septiembre
<u>América</u>	
U.S.A.	abril - mayo
Wash e Idaho	octubre - diciembre
México	septiembre - octubre
Chile	

BIBLIOGRAFIA

1. BENNET, D. and Mc NEIL, D.W. 1985. *Effect of time of planting on irrigated chickpea yield in Northern Australia*, ICN, 12:19-21.
2. CHANDRA, S. 1979. *Effect of edaphic factors of chickpea*. In: *Proceeding of the International workshop on chickpea improvement, Hiderabad, India*, ICRISAT, 298 pp.
3. CHOWDHURY, S.L., RAM, S. and GIRI, G. 1975. *Effect of P.N. and inoculum on root nodulation and yield of grain*. *Indian J. Agr.* 20:290-291.
4. CHUNDAWAT, G.S., SHARMA, R.G., SHEKHAWAT, G.S. 1976. *Effect of N, P and bacterial fertilization on growth and yield of grain in Rajasthan*, *Indian J. Agr.* 21:127-130.
5. EVANS, J. 1981. *Symbiosis, dry matter and nitrogen distribution in chickpea L. Current perspectives in nitrogen fixation* (Gibson, A.H. and Newton, W.E. eds.). 461 p.
6. GUPTA, R.K. and AGRAWAL, G.G. 1977. *Consumptive use of water by grain and*

linseed. *Indian J. Agr. Sci.* 47:22-26.

7. HAWTIN, G. and SINGH, K.B. 1984. Prospects and potential of winter sowing of chickpeas in the mediterranean region In. Ascochyta blight and winter sowing of chickpeas (Saxena, M.C. and Singh, K.B. eds.). ICARDA.
8. ISLAM, R. 1980. Effect of single, double and multiple strains of Rhizobium on nodulation of a kabuli type chickpea. *INC.* 2:17-18.
9. ISLAM, R. and AFANDI, F. 1980. Effect of methods of inoculation on nodulation and yield of chickpea *INC* 2:18-19.
10. ISLAM, R. 1981. Response of winter and spring planted chickpea to inoculation with Rhizobia in Syria. *INC.* 24-25p.
11. ISLAM, R. and SAXENA, M.C. 1981. Symbiotic nitrogen fixation in rainfed chickpeas in Northern Syria. *INC* 4:22-24.
12. ISLAM, R. 1984. Nodulation aspects of winter planted chickpeas. In. Ascochyta blight and winter swing of chickpea (Saxena, M.C. and Singh, K.B. eds.). ICARDA.
13. KAY, D.E. 1979. Chickpea (Cicer arietinum) In. *Crop and Product Digest N^o 3. Food Legume*, London, Tropical Products Institute, 48-71 pp.
14. KAYSER, W.J. and HANNAN, R.M. 1985. Effect of planting date and fungicide seed treatment on the emergency and yield of kabuli and desi chickpeas in Eastern Washington State. *INC.* 12:16-19.
15. KEATINGE, J.D. and COOPER P, J.M. 1984. Physiological and moisture - use studies on growth and development of winter - sown chickpeas. In. Ascochyta blight and winter sowing of chickpeas (Saxena, M.C. and Singh, K.B. eds.). ICARDA.
16. KUMAR, D., SINGH, M.P. and BUTTAR, B.S. 1983. Effect of sodicity on emergence establishment and growth of chickpea. *INC.* 8:15-17.
17. KUSHWAHA, S.S., SHARMA, R.A. and PATIDAR, M.D. 1985. Influence of time of irrigation and phosphorus levels on yield of chickpeas grown on a vertisol *INC.* 13:8-9.
18. LAL, S.S. et al. 1980. Effect of sowing dates on the infestation of Heliothis armigera

(Hb) and yield. *INC.* 3:14-15.

19. MAESEN L, J.G. Van der. 1972. Cicer L., A monograph of the genus with special reference to the chickpea (Cicer arietinum L.), its ecology and cultivation. Madelelingen Landbouwhogeschool Wageningen 72-10, 342 pp.
20. MC NEIL, D.L., CROFT, L.K. and SABDHU, T.S. 1981. Response of chickpea to inoculation with Rhizobium in Hawaii. *INC.* 4:25-26.
21. MURINGA, M.V. and SAXENA, M.C. 1985. Agronomy of faba beans, lentils and chickpeas. In: *Faba beans, kabuli chickpeas and lentils in the 1980s.* ICARDA.
22. NUTMAN, P.S. 1976. IBP filed experiments on nitrogen fixation by nodulate legumes In. *Symbiotic nitrogen fixation in Plants.* (Nutman, P.S. ed.) Cambridge U. Press, U.K.
23. PALLED, Y.B. CHANDRASHEKHARAI AH, A., MAUD-RADDER, G.D. 1985. Response of Bengal to moisture stress, *Indian J. Agr.* 30:104-106.
24. PANWAR, K.S. et al. 1977. Response of grain lentil and field peas to inoculation and levels of nitrogen and phosphorus. *Indian J. Agr.* 22:145-148.
25. PAWAN, K.J., BHAMBIE, S. and MEHTA, K. 1983. Effects of salinity on seed germination and seedling growth of chickpeas. *INC.* 9:15-16.
26. PEÑALOZA, H.E. 1984. A chickpea grain yield record under rainfed conditions in Chile. *INC.* 11:24-25.
27. RAJENDRAM, S., JHA, D. and RYAN, I.G. 1982. Economics program. In. *Progress Report N° 34 ICRISAT.*
28. RATHI, S.S. and SINGH, D. 1976. Effect of nitrogen and phosphate fertilization on the growth and yield of grain. *Indian J. Agr.* 21:305-306.
29. RISK, S.G. 1966. Atmospheric nitrogen fixation by legumes under Egyptian conditions. II Grain Legumes *J. Microbiology of VAR* 1:33-45.
30. RUPELA, O.P. and SAXENA, M.C. 1986. Nodulation and nitrogen fixation in chickpea. In. *The Chickpea* (Saxena, M.C. and Singh, K.B. eds.). CAB ICARDA.
31. SAXENA, M.C. and YADAV, D.S. 1975. Some agronomic consideration of pigeonpeas and chickpeas. In. *International Workshop on Grain Legume.* ICRISAT. 31/62.

32. SAXENA, M.C. 1979. Agronomic and physiological aspect of some important food legumes in West Asia. In. *Food Legume Improvement and Development* (Hawtin, G.C. and Chancellor, G.J. eds.) IDRC. Ottawa, Canada.
33. SAXENA, M.C. 1980. Recent advances in chickpea agronomy. In. *Proceeding of the First International Workshop on Chickpea Improvement*. ICRISAT.
34. SAXENA, M.C. and SHELDRAKE, A.R. 1980. Physiology of growth development and yields of chickpea in India. In. *Proceeding of the international workshop on chickpea improvement*. ICRISAT.
35. SAXENA, M.C. and ISLAM, R. 1982. Evaluation of different food legumes for their symbiotic nitrogen fixation in a two course rotation under the rainfed conditions of Northern Syria. Meeting on Biological nitrogen fixation, FAO/IAEA. Joint Division IAEA, Vienna, Austria.
36. SAXENA, M.C. 1984. Agronomic studies on winter chickpeas. In. *Proceeding of the workshop on Ascochyta blight on winter sowing of chickpeas*. (Saxena, M.C. and Singh, K.B. eds.). ICARDA.
37. SAXENA, M.C. 1978. Agronomy chickpeas. In. *The chickpeas* (Saxena, M.C. and Singh, K.B. eds.). CAB International.
38. SHAKTAWAT, M.S. and SHARMA, P.K. 1986. Response of chickpea varieties to imput components. *ICN*. 15:24-25.
39. SHARMA, R.A. 1985. Influence of drought stress on the emergence and growth of chickpea seedling. *INC*. 12:15-16.
40. SIDDIQUE K., H.M., SEDGLEY, R.H. and MARSHALL, C. 1984. Effect of plant density on growth and harvest index of branches in chickpeas (Cicer arietinum L.). *Field Crops Research* 9:193-203.
41. SINGH, B.P. 1983. Response of chickpea to moisture in soil profile and plant population on ordisols. *Indian. J. Agr. Sci.* 53:543-549.
42. SINGH, H.P., RAHMAN, A. and SAXENA, M.C. 1983. Response of chickpea to Rhizobium inoculation, nitrogen and phosporus under different irrigation regimes. *INC*. 6:26-27.
43. SINGH, K.B. and HAWTIN, G.C. 1979. Winter planting *ICN* 1:4.

44. SINGH, K.B. 1981. Yield potential of tall chickpeas at increased plant density. ICN 4:10-11.
45. SINGH, S.K. 1978. Food legumes, distribution, adaptability and biology of yield. FAO 124 p.
46. SITHANANTHAM, S. and REED, W. 1979. Plant density and pest damage in chickpea. ICN. 1:9-10.
47. SUMMERFIELD, R.J. *et al.* 1979. The effect of photoperiod and air temperature on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) In. Proceeding on International Workshop on Chickpea Improvement. ICRISAT.
48. SUMMERFIELD, R.J. and WEIN, M.C. 1980. Effect of photoperiod and air temperature on growth and yield of economic legumes. In. Advances in Legume Science (Summerfield, R.J. and Bunting, H. eds.).
49. VORA, M.S. and DESAI, B.G. 1980. International of chickpea cultivars with Rhizobium strains at Dohad in Gujarat State. INC. 2:19-20.

HABAS (Vicia faba L.)

Adaptación

El haba se produce como un cultivo invernal en regiones subtropicales de inviernos benignos y en localidades altas bajo condiciones tropicales. En regiones menos calurosas se cultiva como cultivo primaveral, para evitar el período fuerte de heladas (Sinha, 1978).

Existen varios tipos de habas, los tipos mediterráneos se adaptan bien a siembras de invierno en condiciones subtropicales incluyendo los suelos bajos con una temperatura óptima de 18 a 27°C, para su crecimiento. El tipo europeo está adaptado a condiciones de siembras primaverales e invernales a zonas menos cálidas como U.K. Las condiciones óptimas de temperaturas de los tipos primaverales son similares a los tipos mediterráneos. Sin embargo, ellos muestran una mayor reducción de rendimiento con atrasos en las fechas de siembras (Moreno y Martínez, 1980). Los tipos invernales son aquellos que soportan inviernos más o menos benignos con un promedio de 2°C sin heladas severas, seguidos de primaverales y veranos secos (Kay, 1979).

Las habas son susceptibles a las heladas, aunque hay cultivares que son tolerantes a bajas temperaturas (Berthelm, 1980).

La velocidad de germinación de las habas es influenciada favorablemente con el aumento de temperatura nocturnas en condiciones controladas (Saxena, 1982). La germinación y el crecimiento del hipocotilo muestra una relación negativa con la temperatura hasta 20°C (Saxena, 1981). El proceso de aparición y expansión de las hojas en habas es altamente sensible a los cambios de temperatura (Dennett, Elston y Milford, 1979). La tasa de expansión aumentó rápidamente con la reducción de la temperatura de 23°C a 7°C. Sin embargo, el número total de hojas aumentó al subir la temperatura dentro del mismo rango (Evans, 1959). Por otra parte, la altura de la planta y el peso seco son además afectados con el aumento de la temperatura en los tipos primaverales, (Saxena, 1982).

La vernalización es un factor importante de adaptación en habas al ambiente donde los inviernos son severos, tal requerimiento puede permitir a un genotipo escapar de las heladas durante el período reproductivo. La exposición de la planta por períodos cortos a bajas temperaturas, estimulan el inicio de la floración en habas (Sinh, 1978; Summerfield y Wein, 1980; Saxena y Wassini, 1979).

Genotipos tardíos del tipo invernal europeo, responden más a la vernalización que

genotipos primaverales. La respuesta a la vernalización es cuantitativa, aunque algunos genotipos responden en forma cualitativa (obligados) (Saxena, 1981).

Al parecer, las habas responden cuantitativamente al largo del día con excepción de los fenotipos que florecen más temprano, los cuales son indiferentes al largo del día (Evans, 1959).

Las habas son muy susceptibles a la salinidad, especialmente en sus primeros estados de desarrollo (Hamid y Talibudeen, 1976). Sin embargo, las habas maduras pueden tolerar pequeños niveles de NaCl. Experimentos de campo indican que niveles de 9 mm hos/cm reducen el rendimiento de materia seca y grano.

Fecha de siembra

La evaluación de diferentes fechas de siembra han determinado un amplio rango de adaptación de las especies (Cuadro 6).

La fecha de siembra afecta al rendimiento en grano (Ageeb, 1979; Saxena, 1981; Ziliotto y Toniolo, 1979; Baldwin, 1980; Freigown, 1980; Hosni et al., 1981; Pandey, 1981; Salih, 1982; Salith y Khalafalle, 1982; Longo, 1983; Salih, 1983; Tosun, et al., 1984; Krarup, 1984; Mohamed, 1985 y Mohamed, 1986). Exponen a la planta a enfermedades radicales y foliares (Saxena, 1981; Ageeb, 1979; Freigown, 1980 y Hosni et al., 1981). Otros factores como la altura de planta (Ageeb, 1979; Pandey, 1981 y Mohamed, 1986), la producción de materia seca (Saxena, 1981; Tosun et al., 1984 y Krarup, 1984 y los componentes de rendimiento (Ageeb, 1979; Baldwin, 1980; Pandey, 1981; Salih, 1982; Salih y Khalafalla, 1982; Tosun et al., 1984; Mohamed, 1986 y Mc Vetty et al., 1986), también son influenciados por la fecha de siembra.

Densidad de planta

La respuesta de las habas a la densidad de plantas ha sido variable y depende ampliamente de las condiciones ambientales y agronómicas. Muchos cultivares de habas presentan un alto grado de plasticidad, por lo tanto, no responden ampliamente a la densidad de plantas y/o dosis de semilla por hectárea.

Se han informado aumentos de rendimientos al variar la densidad de plantas de 16,7 a 33 pl/m² (Saxena, 1980); 83 a 166 kg/ha (Saxena, 1980) 38 a 151 kg/ha (El Said, 1968); 17 a 25 pl/m² (Ibrahim, Nassib y El Sherbeneey, 1982) de 11 a 67 pl/m² (Soper, 1952; Hodgsonm y Blackman, 1956; Kambal, 1969 e Ishag, 1973) y de 10 a 80 pl/m² (Keller y Burkhard, 1981).

La densidad óptima de plantas de habas, fluctúa entre 35 y 45 plantas/m² (Saxena, 1978; Graf y Rowland, 1987; Salif, 1981; Seitzer y Evans, 1973; Castro, 1987), lo que equivale a 119 y 151 kg/ha de semilla, aproximadamente (El Said, 1968 y Salif, 1981).

Además de afectar al rendimiento en grano, una variación en la densidad de plantas afecta el número de vainas/planta (Graf y Rowland, 1987; Sprent et al., 1977; Poulain, 1984; Castro, 1987); racimos/planta (Sprent et al., Poulain, 1984; Castro, 1987) producción de materia seca y tasa de crecimiento del cultivo (Pandey, 1981); área foliar, IAF transmisión de la luz y eficiencia de la intercepción de la luz (Poulain, Keller y Guen, 1986).

Fertilización

La fijación simbiótica de nitrógeno en habas está asociada con bacterias del género Rhizobium leguminosarum. Estos Rhizobium aunque están generalmente asociados con los nódulos de las leguminosas son también capaces de sobrevivir en forma saprófaga en el suelo, cuando no hay leguminosas. Estos nódulos pueden sobrevivir en la condición saprófaga por muchos años, pero la población de bacterias se puede reducir drásticamente o desaparecer en ausencia del huésped apropiado.

Las habas fijan una cantidad de nitrógeno variable, pero en muchos casos es superior a lentejas y garbanzos. Diferentes investigaciones han informado datos de fijación de nitrógeno de 135 kg N/ha (Ibrahim, Nassib y El Sherbeneey, 1981) de 45 a 522 kg N/ha, con un promedio de 210 kg de N/ha (Nutman, 1958); 90 kg N/ha (Saxena e Islam, 1982) de 121 a 171 kg N/ha (Risk, 1966); 45 a 522 kg N/ha (Islam, 1979); 300 kg N/ha (Huber, Keller y Schwendinam, 1987) y 150 kg N/ha (Jensen, 1986).

Estudios realizados para evaluar la actividad de la nitrogenasa, indican que la actividad de esta enzima aumentó durante la fase vegetativa hasta principios de la fase reproductiva con una marcada declinación de la actividad posteriormente (Osman, Ibrahim y Saxena, 1986; Sprent y Bradford, 1977). Se postula que la reducción de la actividad simbiótica en el período de llenado de grano se debe a la competencia por fotosíntatos entre las vainas y los nódulos de la planta. Por otro lado, se ha determinado que existe una correlación positiva entre la actividad de la nitrogenasa y el área foliar (Osman, Ibrahim y Saxena, 1986). Sin embargo, existen varios factores genéticos y ambientales (temperatura, humedad, salinidad), bióticos y de manejo del cultivo (densidad de siembra) que afectan este proceso simbiótico.

Datos experimentales indican que las habas fijan aproximadamente el 70 - 80% de sus necesidades de nitrógeno (Ibrahim, Nasib, El Sherbeneey, 1981, Saxena e Islam, 1982; Richard y Soper, 1979).

Estudios realizados para evaluar el efecto de pequeñas cantidades de nitrógeno aplicado como "starter" indican que los cultivares nodulan mejor y muestran una mayor actividad de la nitrogenasa con la aplicación de pequeñas cantidades de nitrógeno (Saxena, 1980; Ibrahim, Nassin y El - Sherbeneey, 1981 y Hamisa, 1980). Sin embargo, en algunas situaciones la sola inoculación ha sido suficiente para obtener un buen rendimiento (Saxena y Wassini, 1981 e Islam, 1981; Richard y Soper, 1979).

Fósforo

Las habas responden positivamente a dosis de fosfatos. Aplicaciones hasta de 50 kg de P_2O_5 /ha han incrementado la nodulación y el rendimiento en suelos con un contenido inferior a 3,0 ppm (Saxena, 1980; Saxena y Wassini, 1980); 72 kg de P_2O_5 /ha (Ibrahim, Nassib y El - Sherbeneey, 1981; Hamisa, 1980); 100 kg de P_2O_5 /ha (Talaye, 1979; Photiades y Alexandou, 1979).

Necesidades de agua en habas

El agua es un factor clave en el rendimiento de la planta. El haba, al igual que otras leguminosas de grano, se afecta seriamente por los excesos como por las deficiencias de agua.

El daño producido por el exceso de agua ha sido resumido por Taha y Drenna, 1979. Se ha determinado que un período de inundación por un lapso de 10 a 12 días pueden causar un daño sustancial en todos los estados de desarrollo de la planta.

El estado de desarrollo más sensible por exceso y/o déficit de agua depende del genotipo y de las condiciones ambientales. Algunos autores (Taha Drennam, 1979; El Nadi, 1970; Singh, Singh y Pandey, 1987; Sprent, 1972) indican que el estado reproductivo es el más sensible al daño por stress hídrico. Sin embargo, otros autores (Locherman et al., 1985; Husain et al., 1983) concluyen que tanto el período vegetativo como el reproductivo responden en forma positiva al suplemento hídrico.

El stress hídrico afecta la tasa de aparición (Farah, 1981); expansión (Dennett et al., 1979; Taha y Drennam, 1979) y senescencia de las hojas (Farah, 1981; Karamanos, 1978); largo de entrenudo y altura de la planta (Smith, 1982; Ibrahim, 1986; Singh, Singh y Pandey, 1987; El Nadi, 1989); crecimiento de las raíces (Westesen, Locherman y Buss, 1987); período de floración (Fald, 1982; Smith, 1982; Lockerman et al., 1985; Taha y Drennam, 1979) producción de materia seca (Mc Ewen et al., 1982; Smith, 1982; Ibrahim, 1982; Ibrahim, 1986; Singh, Singh y Pandey, 1987; Krogmen et al., 1980); absorción de N, P y K (Farah, 1981) y caída de flores (Smith, 1982).

Por otro lado, la literatura (Salih, 1985; Towadros, 1982; Towadros, 1985; Lockerman et al., 1987; Towadros, 1984; Smith, 1982; Fald, 1982; Mohamed, 1981; Husain et al., 1983; Mc Even et al., 1981; Farah, 1981; Singh, Singh y Pandey, 1987 y Krogman et al., 1980) indica que el déficit hídrico afecta seriamente el rendimiento y los componentes de rendimiento en habas y el grado de reducción depende del tiempo y grado de stress.

Cuadro 6. Fechas de siembra recomendadas en algunos países productores de habas.

CONTINENTE/ PAIS	FECHA DE SIEMBRA
<u>Asia</u>	
Siria	diciembre
Jordania	noviembre
Irak	noviembre
Líbano	noviembre
Turquía	noviembre - febrero
<u>Africa</u>	
Egipto	octubre - noviembre
Tunes	octubre - noviembre
Etiopía	junio
Sudán	octubre - noviembre
<u>América</u>	
Chile	
- Centro Norte	
- Centro Sur	julio - agosto
- Sur	

BIBLIOGRAFIA

1. AGEEB, O.A. 1979. *The effect of sowing date and watering interval on the grain yield of broadbean. Fabis 1:22-23.*
2. BALDWIN, B. 1980. *Time of sowing a major factor influencing the yields of Vicia faba in the South Australia. Fabis 2:39.*
3. BERTHELM, P. 1980. *The major agronomic problems of the cultivation of faba fababean (Vicia faba L.) in France. Fabis 2:9-12.*
4. CASTRO, C.J. 1987. *Density studies on faba beans (Vicia faba). Fabis 18:22-24.*

5. DENNET, M.D., ELSTON, J. and MILFORD, J.R. 1979. The effect of temperature on the growth of individual leaves of Vicia faba L. in the field. *Ann. Bot.* 43(2):127-208.
6. EL - NADI, A.M. 1970. Water relations of beans II. Effect of differential irrigation on yield and seed size of broad beans. *Expt. Agri.* 6(2):107-111.
7. EVANS, L.T. 1959. Environmental control of flowering in Vicia faba L. *Ann. Bot.* 23(29):521-546.
8. FALD O, A.A. 1982. Water requirement of irrigated fababean (Vicia faba) on the vertisols of Gezira (Sudán). *Fabis.* 5:16-17.
9. FARAH, S.M. 1981. An examination of the effects of water stress on leaf growth of crops of field beans (Vicia faba L.) I. Crops Growth and Yield. *J. Agric. Sci.* 96(2):327-336.
10. FARAH, S.M. 1981. An examination of the effect of water stress on leaf growth of crops of field beans (Vicia faba L.) II. Mineral Content *J. Agric. Sci. Cam* 96(2)337-346.
11. GRAF, F.J. and LOWLAND, G.G. 1987. Effect of plant density on yield and yield components of faba beans. *Can. J. Plant Sci.* 67(1):1-10.
12. HAMISA, M.R. 1980. Responde of faba beans to N, P and K. *Fabis* 2:40.
13. HODGSON, G.L. and BLACMAN, H.E. 1956. An analysis of the influence of plant density on the growth to Vicia faba I. The influence of density on the pattern of development. *Ann. Bot.* 7:147-165.
14. HOSWI, A.H. et al. 1981. Effect of date of planting and number of fungicide sprays on foliar diseases of faba beans in Egypt. *Fabis* 3:40-41.
15. HUBER, R., KELLER, E.R. and SEHWENDIMAN, F. 1987. Effect of biological nitrogen fixation by fababean (Vicia faba L.) on the nitrogen economy of the soil. *Fabis.* 17:14-20.
16. HUSAIN, M.M. et al. 1983. The non-existence of moisture sensitive phases in Vicia faba L. grown under irrigation on Canterbury. *Proceeding Agr. Sci. of New Zealand* 13:87-94.
17. IBRAHIM, A.A., NASSIB, A.M. and EL-SHERBERREY, M.H. 1981. Fababean agro-

- onomy in Egypt. In. *Fababean Improvement* (Hawtin, G. and Webb, C. eds.).
18. IBRAHIM, H.S. 1986. Effects of differential irrigation on the growth and yield of faba bean in the Selaim Basin of Sudan. *Fabis*. 16:22-25.
 19. ISHAG, H.M. 1973. Physiology and seed yield in field in beans (Vicia faba L.) I. Yield and yield components *J. Agric. Sci. Cam* 80:181-189.
 20. ISLAM, R. 1979. The role of symbiotic nitrogen fixation in food legume production. In. *Food Legume Improvement and Development* (Hawtin, G. and Chancellor, G. eds.).
 21. JENSEN, E.S. 1986. Symbiotic N₂-fixation in pea and field bean estimated by ¹⁵N fertilizer dilution in field experiments with barley as a reference crop. *Plant and soil* 91:3-13.
 22. KAMBAL, A.E. 1969. Componentes of yield in field beans, Vicia faba L. *J. Agri. Sci. Cam* 72:359-363.
 23. KARAMANOS, A.J. 1978. Water stress and leaf growth of field beans (Vicia faba L.) in the field leaf. Number and total leaf area. *Ann. Bot.* 42:1393-1402.
 24. KAY, D.E. 1979. Broadbeans. In: *Food Legumes. TPI. Crop and Product Digest* Nº 3:26-47.
 25. KELLER, E.R. and BURKHARD, J. 1981. Relationship between plant density and structure of yield in different growth types of Vicia faba L. In. Vicia faba *Physiology and Breeding* (Thomson, R. eds.).
 26. KRARUP, A.H. 1984. Effect of sowing date on yield of fababean (Vicia faba major) at Valdivia, Chile. *Fabis* 8:9-10.
 27. LOCKERMAN, R.H. et al. 1985. The effect of soil moisture on growth and yield of faba bean (Vicia faba L.) *Fabis* 11:15-17.
 28. LONGO, G. 1983. Several years of trials on the sowing dates for fababean fodder 35(4):305-319.
 29. MC. EWEN, J. et al. 1981. The effects of irrigation nitrogen fertilizer and control of pest and pathogens on spring sown field bean (Vicia faba L.) and residual effects of two following winters in heat crop. *J. Agric. Sci.* 96(10):129-150.
 30. MC VETTY, P., EVANS, L.E. and NUGENT-RIGBY, J. 1986. Response of fababean

- Vicia faba L.) to seeding date and seeding rate. *Cam J. Plant Sci.* 66(1):39/44.
31. MOHAMED, G.E. 1981. The effect of irrigation frequency on grain yield and yield components of faba bean. *Fabis* 3:39.
 32. MOHAMED, A.K. 1985. Effect to sowing date, ridge direction, plant orientation and plant population on fababean grain yield. *Fabis* 12:11-12.
 33. MORENO, M.T. and MARTINEZ, A. 1980. The divided world of Vicia faba. *Fabis* 2:18-19.
 34. MURINDA, M.V. and SAXENA, M.C. 1985. Agronomy of fababeans, lentils and chickpeas. In. *fababean, Kabuli chickpea, and lentils in the 1980* (Saxena, M.C. and Verma, S. eds.). International Center for Agricultural Research in the Dry Areas.
 35. NUTMAN, P.S. 1958. The Physiology of nodule formation. In. E.Q. Hallsworth, *Nutrition of Legume*, Academic Press pp. 82-107.
 36. OSMAN, A.K., IBRAHIM, H.E. and SAXENA, M.C. 1986. Seasonal pattern of symbiotic nitrogen fixation in faba beans and its association with some physiological trials. *Fabis* 14:6-11.
 37. PANDEY, R.K. 1981. Time of sowing a major factor for lighter seed yields of faba bean in Northern India. *Fabis* 3:43-44.
 38. PHTOTIADES, J. and ALEXANDROU, G. 1979. Food Legume research and production in Cyprus. In: *Food Legume Improvement and Development*.
 39. POULIN, D. 1984. Influence of density on the growth and development of winter field bean (Vicia faba) In. Vicia faba: Agronomy, Physiology and Breeding (Habbethwaite, P.D., Dawkins, T.C.K., Heat, M.C. and Lockwood, G. eds.).
 40. POULIN, D., KELLER, S. and GUEN, J. 1986. Canopy development and efficiency of foliar light interception in winter faba bean. *Fabis* 16:13-19.
 41. RICHARD, J.E. and SOPER, R.J. 1979. Effect of N-fertilizer on yield protein content and symbiotic N fixation in faba beans. *Agron. J.* 71(5):807-811.
 42. RISK, G.S. 1966. Atmospheric nitrogen fixation by legumes under Egyptian conditions II. Grain Legumes. *J. Microbial VAR* 1(1):33-45.

43. SALIH, F.A. 1981. A review of the effect of seed rate and plant populations on grain of faba bean in Sudan. *Fabis* 3:44-46.
44. SALIH, F.A. 1982. Influence of seed size and sowing date on yield and yield components on fababean. *Fabis*. 4-48-39.
45. SALIH, F.A. 1983. Influence of sowing date, seed rate and seed size on yield and yield components of fababean. *Fabis* 7:32.
46. SAXENA, M.C. 1978. Some Agronomic and physiological aspects of the important food legume crops in West Asia. In: *Food Legume Improvement and Development* (Hawtin, G.C. and Chancellor, G.J. eds.). IDRC. Ottawa, Canada. 155/165.
47. SAXENA, M.C. 1981. Physiological aspects of adaptation In. *Faba bean improvement Proceeding of an International Conference on Fababeans* (Haetin, G. and Webb, C. eds.).
48. SAXENA, M.C. and ISLAM, R. 1982. Evaluation of different food legumes for their symbiotic nitrogen in a two course rotation under the rainfed conditions in Northern Syria. Meeting on Biological nitrogen fixation, FAO/IAEA. First Division IAEA, Vienna, Austria.
49. SAXENA, M.C. and WASSINI, N. 1979. A preliminary study of the response of some faba bean (*Vicia faba*) genotypes to vernalization. *Fabis* 1:20-21.
50. SAXENA, M.C. and WASSINI, N. 1980. A fertilizer response study of fababeans Northern Syria. *Fabis* 2:31-32.
51. SEITZER, J.F. and EVANS, L.E. 1973. Response of small fababeans to seed rate and spacing. *Can. J. Plant. Sci.* 53:279-283.
52. SINGH, S.P., SINGH, N.P. and PANDEY, R.K. 1987. Defoliation studies in fababean *Fabis* 17:202-223.
53. SINHA, S.K. 1978. *Food Legume distribution, adaptability and Biology of yield* FAO. Rome, 124 p.
54. SMITH, M.L. 1982. Response of four genotypes of spring fababean (*Vicia faba* L. minor) to irrigation during the flowering period in the United Kingdom. *Fabis* 4:39-41.
55. SOPER, M.H.R. 1952. Study of the principal factors effecting the establishment

- and development of the field bean (Vicia faba) *J. Agric. Sci. Cam.* 42:335/346.
56. SPRENT, J.I. and BRADFORD, A.M. 1977. Nitrogen fixation in field beans Vicia faba as affected by population density, shading and its relationship with soil moisture. *J. Agric. Sci. cam.* 88:303-310.
 57. SPRENT, J.I., BRADFORD, A.M. and NORTON, C. 1977. Seasonal growth patterns in field beans (Vicia faba) as affected by population density, shading and its relationship with soil moisture. *J. Agric. Sci. Cam.* 88:293-301.
 58. SUMMERFIELD, R.J. and WEIN, H.E. 1980. Effects of photoperiod and air temperature on growth and yield economic legumes. In. *Advances of legume Science.* (Summerfield, R.J. and Buting, A.H., eds.). HMO, London.
 59. TAHA, M.M. and DRENNA, D.H.S. 1979. Waterlogging and drought effects in field bean (Vicia faba minor) *Fabis* 1:22.
 60. TAWADROS, H.W. 1982. Influence of irrigation practices on fababean in Egypt. *Fabis* 5:16.
 61. TAWADROS, H.W. 1984. Effect of the timing of first post planting irrigation (Ma Hoya) on the yield of fababeans. *Fabis* 9:30.
 62. TAWADROS, H.W. 1985. Effect of irrigation frequency and wetting depth on the yield of fababean. *Fabis* 13:18-19.
 63. TELANYE, A. 1979. Broadbeans (Vicia faba) and dry peas (Pisum sativum) in Ethiopia. In. *Food Legume Improvement and Development* (Hawtin, G. and Chancellor, G.J. eds.). IDRC, Ottawa, Canada.
 64. TOSUN, O. *et al.* 1984. The effect of sowing time on the seed yield of fababeans. *Fabis* 8:79.
 65. WESTESEN, G.L., LOCHERMAN, R.H. and BUSS, D.A. 1987. Faba bean root development, water use and yield under sprinkler irrigation. *Applied Engineering in Agric.* 3(1):59-62.
 66. ZILLOTTO, V. and TONIOLO, L. 1979. Sowing date trials for fields beans (Vicia faba minor) and broadbeans (Vicia faba major) *Fabis* 1:24.

ARVEJAS (Pisum sativum L.)

Adaptación

La arveja necesita de un clima fresco, pero no excesivamente frío. La temperatura mínima de germinación de la semilla es de 4°C y la máxima de 24°C (Kay, 1979). La temperatura óptima para el desarrollo de la planta está entre los 13°C y 18°C (Casseres, 1966; Kay, 1979), con máximos de 21°C a 24°C y mínimas de 7°C (Casseres, 1979). La planta puede tolerar las heladas en el estado vegetativo. Sin embargo, heladas en floración pueden causar daños en vainas y semillas (Kay, 1979; Ridge y Pye, 1985). Bajo los 5°C, el crecimiento de las arvejas se detiene, por lo cual se conoce esta temperatura como base (Knott, 1955). Las temperaturas máximas promedio no deben exceder los 21°C a 24°C (Fletcher et al., 1965). Temperaturas mayores disminuyen el rendimiento (Stanfield, 1966; Krarup, 1972), acortan el período de crecimiento del cultivo y afectan negativamente a la polinización (Kay, 1979).

Estudios realizados (Stanfield et al., 1966) sobre fluctuaciones de temperaturas diurna y nocturna, determinaron que la temperatura óptima para la producción de materia seca varía entre 21°C/10°C a 23°C/16°C hasta el sexto nudo. Posteriormente, la temperatura varía a 16°C/10°C y 18°C/13°C. Bajas temperaturas estimulan la formación de ramas (Stanfield et al., 1966; Higkin and Lang, 1966) y temperaturas de 30°C eliminan esta característica en las plantas (Stanfield et al., 1966).

Variedades precoces cubren su ciclo de desarrollo desde la siembra a cosecha en 650 - 700°C calor (heat units) mientras que las variedades tardías lo cubren en 850 - 900°C calor (Maroto, 1983).

Se han establecido grupos varietales en arvejas en función de su respuesta al fotoperíodo y al termoperidismo (Maroto, 1983). La floración de las variedades tempranas (florece entre los 5 - 10 nudos) son insensibles al fotoperíodo y a la vernalización. La floración de las variedades tardías (floración en los nudos 10/50) responden positivamente a la acción de los días largos, así como a la vernalización (exposición durante 1-4 semanas de las plantas a 1-7°C).

Las arvejas requieren preferentemente entre los 800 y 1000 mm de agua al año; aunque se cultivan en zonas de 400 mm/año, siempre que los suelos sean profundos y posean una alta capacidad de retención de humedad (Kay, 1979).

La arveja es susceptible a la salinidad. El efecto adverso a la salinidad disminuye al aumentar el desarrollo de la planta (Lal, 1985). La salinidad afecta la producción

de nódulos, fijación de nitrógeno (Siddique, Kumar y Sharma, 1985), producción de materia seca, producción de flores, rendimiento, componentes de rendimiento e Índice de cosecha (Lal, 1985).

Fecha de siembra

Las arvejas son sensibles a las altas temperaturas y al stress de humedad en la floración. Se han observado reducciones en el rendimiento en diferentes localidades al atrasar la época de siembra debido a elevadas temperaturas durante la floración (Fletcher et al., 1966; Atiken, 1978; Krarup, 1972; Proctor, 1963; Kruger, 1973; Salter y Williams, 1967; Milbourn and Hardwick, 1968; Salim, Hebblethwaite and Heath, 1985). Sin embargo, en climas mediterráneos los efectos negativos de las altas temperaturas con el uso de variedades precoces o siembras más tempranas aumentan el riesgo del daño por heladas (Ridge and Pye, 1985). Siembras tempranas (julio, agosto) en el Sur de Chile, corren el riesgo del exceso de agua y de temperaturas bajas para un normal y continuo crecimiento de las plantas (Krarup, 1972).

La mayoría del cultivo de arvejas en el norte de Europa y Norteamérica se siembra en primavera (Salim, Hebblethwaite and Heath, 1985). Sin embargo, investigaciones realizadas en Inglaterra indican que el rendimiento observado en las siembras primaverales es igual al de las siembras invernales cuando la sobrevivencia de las plantas es adecuada (Salim, Hebblethwaite and Heat, 1985). Siembras muy tempranas no aceleran la madurez en proporción a la fecha de siembra (Mosjidis, Alvarez y Araya, 1981).

Densidad de plantas

La densidad de plantas tiene una gran influencia en el rendimiento de arvejas. Estas, se siembran normalmente en densidades de 100 a 170 pl/m² a una distancia entre hileras de 18 cm (Gritton y Eastin, 1968). El rendimiento por superficie aumentó al incrementar la densidad de 55 a 166 pl/m² (Gritton y Eastin, 1968) de 25 a 282 pl/m² (Nichols y Nonnecke, 1974) y aumentos de dosis de semilla de 170 kg/ha a 270 kg, para siembras tardías (Kruger, 1977).

La densidad de plantas recomendadas en arvejas varía de 105 pl/m² (Anderson y White, 1974), mayor a 82 pl/m² (Stober, 1975). Por otra parte se han obtenido aumentos de rendimientos al reducir la distancia entre hileras (White y Anderson, 1974; Gritton y Eastin, 1968).

El aumento de la densidad de plantas afectó negativamente el número de flores/vainas, número de semillas/vaina, y área fotosintética activa (Fallon y White, 1980).

Fertilización

El nivel de extracción de nutrientes en el cultivo de la arveja varía entre 55,9 - 146 kg N/ha; 9 - 43,5 kg P₂O₅/ha; 35 - 125 kg K₂O/ha; 20 - 152 kg CaO y 12 - 11,1 kg de MgO/ha, (según datos recopilados por Maroto, 1983).

Nitrógeno

La arveja es capaz de entrar en simbiosis con el Rhizobium y de esta manera suplir sus necesidades de nitrógeno. Cerca del 80% del nitrógeno fijado desde el aire por la bacteria es usado por la planta permaneciendo el 20% restante en los nódulos (Saxena e Islam, 1982).

Con semilla inoculada el nitrógeno fijado por las plantas de arvejas varía entre 185 kg N/ha (Rennie y Dubetz, 1986); 95 kg N/ha (Saxena e Islam, 1982); 46 kg N/ha (Sinha, 1978).

El strain (S) y el genotipo (G) y su interacción G X S, afecta la fijación simbiótica (Hobbs and Mahon, 1983; Hobbs y Mahon, 1982; Benthlenfalvay y Phillips, 1979).

La fijación de nitrógeno es afectada también por la nutrición mineral. Es así como, los requerimientos de molibdeno, cobalto, calcio y cobre de los nódulos es mayor que los de la planta. La deficiencia de fósforo reduce el peso seco de los nódulos y la fijación simbiótica en mayor grado que el desarrollo de la planta (Jakobsen, 1985). La reducción en la nodulación y fijación de nitrógeno en plantas deficientes en fósforo, se debe a un bloqueo en el metabolismo del tallo y no por la deficiencia de fósforo en los nódulos.

Al igual que otras leguminosas, la aplicación de pequeñas cantidades de nitrógeno de 20 - 30 kg/ha han favorecido el desarrollo de la planta, nodulación y el rendimiento en grano (Srivastava y Varma, 1985). Sin embargo, aplicaciones mayores de nitrógeno reducen la nodulación, en algunos casos compensan las pérdidas causadas por la inhibición de la fijación simbiótica (Simon y Skrdleta, 1983).

Fósforo

La planta de arveja se distingue por su alta tasa de absorción de fósforo, la cual aumenta significativamente en ausencia de nitrógeno en el suelo. Cerca de 50 - 80% de la cantidad de fósforo está en las raíces. La arveja responde a aplicaciones de fertilizantes fosfatados especialmente en aquellas zonas de alto potencial de rendimiento y bajo contenido de este elemento en el suelo (Maroto, 1983; Krarup, 1972). Aunque una característica típica de las arvejas es su alta asimilación de fósforo de formas

poco solubles comparado con otras especies, como son los cereales.

Aplicaciones de 50 - 80 kg P₂O₅/ha ha ubicado 3 - 5 cm bajo la semilla ha probado aumentar el rendimiento (Krarup, 1972; Srivastra y Varma, 1984; Srivastra y Varma, 1985; Maroto, 1983).

Necesidades de agua

La cantidad de agua requerida para la formación de 1 kg de materia seca en arvejas varía entre 235 a 1658 kg, dependiendo de la variedad y las condiciones del cultivo. aunque la arveja no es una planta resistente a la sequía, puede ser cultivada en condiciones más áridas, debido a su sistema radicular más profundo. Con humedad adecuada en el suelo, la arveja alcanza un buen desarrollo vegetativo y reproductivo y un mayor rendimiento (Maurer y Ormord, 1968; Anderson y White, 1974) y un menor sistema radicular. Bajo stress hídrico, las plantas desarrollan un buen sistema radicular y penetran en las capas inferiores para suplir sus necesidades hídricas.

BIBLIOGRAFIA

1. AITKEN, Y. 1978. Flower initiation in relation to maturity in crop plants. IV. Sowing time and maturity type in pea (Pisum sativum L.) in Australia. Aust. J. Agric. Res. 29:983-1001.
2. ANDERSON, J.A.D. and WHITE, J.G.H. 1974. Yield of green peas. II. Effects of water and plant density. New Zealand journal of Experimental Agriculture 2(2):165-171.
3. BETHLENFALVAY, G.J. and PHILLIPS, D.A. 1979. Variation in nitrogenase and hydrogenase activity of Alaska pea root nodules. Plant Physiol. 63:816-820.
4. CASSERES, E. 1966. Producción de Hortalizas. Editorial IICA, Lima, Perú.
5. FALLOON, P.G. y WHITE, J.G.H. 1980. Development of reproductive structures in field peas (Pisum sativum L.) at different densities. N.Z.J. Exp. Agric. Res. 23:243-8.
6. FLETCHER, H.F. et al. 1965. Response of peas to environment I. Planting date and location. Cam. J. Plant. Sci. 46:77-85.
7. GRITTON, E.T. and EASTIN, J.A. 1968. Response of peas (Pisum sativum L.) to

plant populations and spacing. *Agron. J.* 60:482-485.

8. HOBBS, S.L.A. and MAHON, J.D. 1982. Effects of peas (*Pisum sativum* L.) Genotypes and *Rhizobium leguminosarum* strains on N₂ (C₂H₂) fixation and growth. *Can. J. Bot.* 60:2594-2600.
9. HOBBS, S.L.A. and MAHOM, J.D. 1983. Variability and interaction in the *Pisum sativum* L. *Rhizobium leguminosarum* symbiosis. *Can. J. Plant. Sci.* 63:591/599.
10. JAKOBSEN, I. 1985. The role of phosphorus in nitrogen fixation by young pea plants (*Pisum sativum*). *Physiol. Plant.* 64:190-196.
11. KAY, D.E. 1979. *Legumbres alimenticias*. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España.
12. KNOTT, J. 1955. *Vegetables Growing*. Fifth Edition. U.S.A.
13. KRARUP, A. 1972. Arveja: Cultivo hortícola de gran potencialidad para el Sur de Chile. Valdivia. UACH. Boletín N° 17. 24p.
14. KRUGER, S.N. 1973. Effect of time of planting on the seasonal yields of *Pisum sativum* L. *Queensland J. Agr. An. Sci.* 30:25-28.
15. LAL, R.K. 1985. Effect of salinity applied at different stages on seed; yield and its constituents in field peas (*Pisum sativum* L. var. *avens* s). *Indian J. Agr.* 30(3):296-299.
16. MAROTO, J.V. 1983. El cultivo de las leguminosas hortícolas en España. In. *Leguminosas de Grano* (Cubero, J.I. y Moreno, M.T. eds.). Mundi-Prensa, España.
17. MAURER, A.R., ORMOD, D.P. and FLETCHER, H.F. 1986. Responses of peas to environment. IV. Effect of five soil water regimes on growth and development of peas. *Can. J. Pl. Sci.* 70:393-402.
18. MOSJIDIS, J.A., ALVAREZ, L. and ARAYA, E. 1981. Prediction of maturity pea (*Pisum sativum* L.). *Field Crops Research* 4:227-235.
19. NICHOLS, M.A. and NONNECHE, I.L. 1974. Plant Spacing studies with precessing peas in Ontario, Canada. *Scientia Hort.* 2:113-122.
20. PROCTOR, J.M. 1963. An experiment to determine the effects of date of sowing on the yield and quality of harvesting peas. *J. Agric. Sci. Cam.* 61:281-289.
21. RENNIE, R.J. and DUBETZ. 1986. Nitrogen-15- determined under nitrogen fixation

in field-grow chickpea, lentil, fababean and field pea. *Agr. J.* 78(4):654-660.

22. RIDGE, P.E. and PYE, D.L. 1985. The effects of temperature and frost at flowering on the yield of peas grown in a mediterranean environment. *Field Crop. Res.* 12:339-346.
23. SAXENA, M.C. and ISLAM, R. 1982. Evaluation of different food legumes for their symbiotic nitrogen fixation in a two course rotation under the rainfed conditions of Northern Syria. Meeting on Biological Nitrogen fixation. FAO/IAEA. Joint Division, IAEA, Vienna, Austria.
24. SALTER, P.J. 1962. Some responses of peas to irrigation at different growth stages. *J. Hort. Sci.* 37:141-149.
25. SALTER, P.J. 1963. The effect of wet or dry soil conditions at different growth stages on the components of yield of a pea crop. *J. Hort. Sci.* 38:321-334.
26. SALIM, S.N., HEBBLETHWAITE, P.D. and HEAT, M.C. 1985. Comparison of the effects of autumn and spring date on growth and yield of combining peas (*Pisum sativum* L.). *J. Agric. Sci. Cam.* 104:35-46.
27. SALTER, P.J. and WILLIAMS, J.B. 1967. The effect of irrigation on pea crops at different plant densities. *J. Hort. Sci.* 42:59-66.
28. SIDDIQUE, S., KUMAR, S. and SHARMA, H.R. 1985. Studies on effects of salinisation on nodulation and nitrogen fixation in peas (*Pisum sativum*) *Indian J. Plant. Physiology* 28(4):369-375.
29. SIMMON, J. SKDLETA, V. 1983. Biomass production in peas (*Pisum sativum* L.) and broadbeans (*Vicia faba* L.) and symbiotic dinitrogen fixation as affected by ploughing on non-tillage and nitrogen fertilizer. *Soil and Tillage Res.* 3:367-375.
30. SINHA, S.K. 1978. Las leguminosas alimenticias: su distribución, su capacidad de adaptación y biología de los rendimientos. FAO.
31. SRIVASTAVA, S.N.L. and VARMA, S.C. 1984. Effect of nitrogen, *Rhizobium* and techniques of phosphorus application on yield and quality of field peas. (*Pisum sativum* L.) var. *avens* *Legume Res* 7:37-42.
32. SRIVATAVA, S.N.L. and VARMA, S.C. 1985. Effect of nitrogen, phosphorus and molybdenum fertilization on growth nodulation and residual fertility in field

pea. Indian J. Agric. Res. 19:131-137.

33. STANFIELD, B., ORMORD, D.P. and FLETCHER, H.F. 1966. Response of pea to environment. II. Effect of temperature in controlled environment Cabinets. *Can, J. Plant. Sci. 46:195-203.*
34. STOKER, R. 1975. Effect of plant population on yield of garden peas under different moisture regimes. *N.Z.J. Exp. Agric. 3:333-7.*
35. WHITE, J. and ANDERSON, J.A.D. 1974. Yield of green peas. I. Responses to variation in plant density and spatial arrangement *N.Z.J. Exp. Agric. 2:159/164.*

*José Espinoza Marroquín **

INTRODUCCION

Uno de los aspectos más importantes de la dinámica del nitrógeno (N) en agricultura es la fijación biológica del N atmosférico (N₂), a través de unos pocos géneros de organismos procariotas que poseen la información genética para sintetizar la enzima nitrogenasa agente principal del proceso.

Los organismos que poseen la habilidad de sintetizar N₂ incluyen bacterias y algas azul-verdes que pueden vivir, ya sea libremente en el suelo, en algún tipo de relación asociativa con plantas superiores, o en clara simbiosis con leguminosas. El sistema más importante en agricultura es, indudablemente, el de la simbiosis formadora de nódulos radiculares que ocurre entre las bacterias del grupo Rhizobium y las leguminosas.

Aún cuando el N₂ es abundante en la atmósfera (80%), las formas asimilables de N para las plantas son escasas. Esto se debe a que la ruptura de los enlaces de N₂ requiere de alta energía. En la industria, la transformación de N₂ es amonio (N₂ + 6H = 2NH₃) se logra a través de procesos que utilizan alta temperatura y presión. Esta respetable utilización de energía es la que hace que los fertilizantes nitrogenados tengan precios elevados. En los procesos biológicos de fijación de N₂, el costo energético es satisfecho con adenosina trifosfato (ATP). Se considera que para producir un mol de NH₃ se deben consumir 12 moles de ATP.

Bioquímica y fisiología de la fijación simbiótica de N₂

La enzima responsable de la reducción de N₂ es la nitrogenasa. Esta enzima está compuesta de dos proteínas solubles. La una contiene molibdeno (Mo) y hierro (Fe) y se denomina Mo-Fe proteína. La segunda proteína contiene solamente Fe y se conoce como Fe-proteína.

* *Ing. Agr., Ph.D. Departamento de Suelos y Fertilizantes. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP, Ecuador.*

Las dos proteínas, en una relación de 2:1 son necesarias para la actividad de la nitrogenasa. Por otro lado, las dos proteínas son extremadamente sensibles al oxígeno (O₂) y la actividad catalítica de estos componentes se pierde inmediatamente al exponerlas al aire en pocos segundos.

La reducción catalítica de N₂ requiere de la adición de 6 protones (H⁺) y 6 electrones. La fuente de electrones es la proteína denominada ferridoxina. En esta forma los electrones son transferidos desde la ferridoxina a la Fe-proteína y después a la Mo-Fe-proteína. Todo el sistema requiere la energía en la forma de ATP para facilitar la transferencia de electrones entre las proteínas.

La nitrogenasa es una enzima muy versátil que puede reducir, además de N₂, una variedad de sustratos entre los cuales el más importante es el acetileno C₂H₂ que se reduce a etileno C₂H₄. Esta transformación es importante cuando se quiere medir la capacidad de fijación del Rhizobium.

Los nódulos, en las raíces de las leguminosas, son estructuras que se forman para restringir la diseminación patógena de las células de Rhizobium mientras que mantienen al mismo tiempo la capacidad de fijar N₂. Estos nódulos contienen las colonias de Rhizobium, denominados bacteroides, quienes a su vez, contienen la enzima nitrogenasa. Aún cuando esta enzima es extremadamente sensible al O₂, la reacción requiere O₂ para la producción de ATP. La nitrogenasa es protegida de la destrucción por una proteína denominada leghemoglobina que regula el flujo de O₂ hacia el bacterioide sin causar supresión de actividad de la nitrogenasa. La conformación estructural del nódulo incluye entonces: células de Rhizobium que se han diferenciado en bacteroides y que son capaces de reducir N₂, células de la planta hospedera que proveen energía y protección del O₂ mientras asimilan NH₃ y, finalmente, tejido vascular para traer productos fitosintéticos al nódulo y enviar compuestos nitrogenados al resto de la planta.

Las bacterias del género Rhizobium son bacterias gram negativas de 1-3 micras de longitud, que generalmente tienen flagelos y son móviles. Estas bacterias pueden crecer independientemente en el suelo pero no compiten bien con otros microorganismos. Las bacterias tienen que infectar e inducir nodulación en las raíces de las leguminosas para que la simbiosis pueda iniciarse. En la naturaleza ni las leguminosas ni las bacterias del género Rhizobium pueden fijar N₂ independientemente y es necesaria la acción simbiótica para que el proceso pueda iniciarse.

No todos los Rhizobium inoculan todas las leguminosas. La infección es específica y solamente ciertos géneros pueden infectar ciertas leguminosas. En el Cuadro 1 se presenta una descripción de planta hospedera y de tipo específico de patógeno.

El fenómeno de especificidad indica que no se puede esperar que el Rhizobium específico de alfalfa pueda inocular arveja por ejemplo. Esta es la principal razón por la que se hace necesario la inoculación artificial de las semillas de leguminosas con inoculante específico.

Evidencia acumulada soporta bien la teoría de que las raíces de las leguminosas secretan ciertos amino ácidos llamados lectinas que tienen azúcares específicos. Las paredes celulares de las bacterias producen también estos azúcares de modo que esta afinidad bioquímica facilita el acercamiento y unión de la superficie de las raíces y de la pared celular de las bacterias acelerando el proceso de infección.

Cuadro 1. Géneros de Rhizobium que infectan a leguminosas específicas.

PLANTA	RHIZOBIUM
Alfalfa	R. meliloti
Tréboles	R. trifolii
Arveja, lentejas y vicia	R. leguminosarum
Fréjol	R. phaseoli
Soya	R. japonicum
Lupinos	R. lupinii

Después de que las bacterias se pegan a la superficie de las raíces se reproducen y penetran hasta formar el nódulo e iniciar el proceso de fijación de N₂. Una de las formas de determinar que los nódulos son activos es partiéndolos y observando si el interior es de color rosado. Esta coloración indica que el proceso de transporte de O₂ es activo a través de la leghemoglobina y que la fijación procede normalmente.

Inoculación de semillas de leguminosas

Es necesario inocular las semillas de leguminosas cuando estas van a ser sembradas en suelos que no han sido utilizados con la leguminosa por dos o tres años consecutivos. En caso contrario, no es necesario inocular porque existirán en el suelo suficientes bacterias que infecten las raíces naturalmente.

La inoculación de las semillas de leguminosas se hace con el objeto de proporcionar una cepa de Rhizobium que permita formar suficientes nódulos para asegurar suficiente fijación de N₂ y así obtener la máxima productividad de la planta.

Se conoce como inoculante a la mezcla de un cultivo de la cepa de Rhizobium, específica para la leguminosa a ser sembrada, con turba molida y otro tipo de portador. Se puede aplicar el inoculante poniéndolo, antes de la siembra, en contacto directo con la semilla o directamente en el suelo.

El portador de inoculante más idóneo, práctico y barato parece ser turba (suelo con alto contenido de materia orgánica) debido a que tiene una alta capacidad de intercambio catiónico y elevada superficie coloidal. Estos factores permiten que la bacteria viva y se reproduzca ya que los ácidos tóxicos excretados por el Rhizobium son absorbidos por los coloides y además debido a la alta área superficial pueden absorber abundante agua para mantener los procesos bacterianos.

Para obtener el máximo efecto del inoculante es necesario que esta sea de buena calidad y que se lo conserve adecuadamente (temperaturas de 4°C). Un inoculante de buena calidad contiene alrededor de 20 millones de células de Rhizobium por gramo y al salir de la fábrica debe garantizarse un mínimo de 1 millón de células por gramo. Si no es posible conservarlo en refrigeración antes del uso debe mantenerse en un lugar fresco. El transporte debe hacerse también en condiciones frescas evitando que los rayos del sol incidan directamente sobre los paquetes. Es buena idea transportar las bacterias con un material aislador y con hielo.

Cuando se aplica el inoculante a la semilla es necesario que se cubra completa y firmemente toda la superficie de las semillas con el inoculante. Para esto es buena idea el preparar una solución de goma arábiga, por lo menos un día antes de la siembra. Esto se logra disolviendo 30 g de goma en 90 ml de agua limpia. Es necesario dejar la mezcla en reposo durante 12 horas para que la goma se disuelva completamente. La cantidad de goma a utilizarse variará según la humedad del inoculante. Se debe mezclar bien la goma con la semilla hasta que las semillas empiecen a despegarse unas de otras. En este punto agregar el inoculante y mezclar completamente hasta lograr una adherencia uniforme y completa. A continuación se detallan una serie de recomendaciones que deben seguirse para inocular exitosamente semillas de leguminosas.

- Asegurarse que el inoculante a ser usado no esté vencido en tiempo y sea específico para la leguminosa que va a sembrar.
- Utilizar 50 g de inoculante por kg de semilla pequeña (> de 20 semillas/g) y 5 g por kg de semilla grande (< de 20 semillas/g).
- Obtener el adherente con suficiente anticipación.
- Inocular bajo la sombra evitando que los rayos del sol incidan directamente sobre el inoculante.

- No inocular mayor cantidad de semilla que la necesaria para sembrar en un día. Si hay exceso de semilla se debe reinocular el sobrante antes de sembrar.

Mediciones de fijación biológica de N₂

La medición de la eficiencia del sistema leguminosa-Rhizobium para fijar N₂ ha presentado problemas que se han ido resolviendo paulatinamente y que han permitido generar una buena cantidad de datos. Desgraciadamente, las técnicas disponibles para medir la fijación de N₂ por parte de leguminosas en el campo tienden a ser más cualitativas que cuantitativas. Las técnicas cuantitativas pueden ser utilizadas en ambientes controlados y no son completamente eficaces en situaciones de campo.

Uno de los métodos clásicos calcula la incorporación de N₂ de un balance total de N medido a través de experimentos que contengan leguminosas y no leguminosas durante 5-10 años. El tiempo de duración de estos experimentos ha desanimado a los investigadores quienes han buscado otros caminos.

Estudios indirectos basados en la diferencia total de N entre leguminosa y una gramínea o una leguminosa no nodulante provee información en experimentos de una sola temporada. En este caso, se asume que las dos plantas toman la misma cantidad de N del suelo y que el exceso de N en la leguminosa provendría de la fijación de N₂. Se critica este método porque indudablemente el sistema radicular de las leguminosas y las gramíneas difieren en su habilidad de utilizar N del suelo.

Otro método indirecto hace uso de la capacidad que tiene la nitrogenasa de reducir otros substratos como el acetileno, además de N₂. En este experimento se expone a plantas leguminosas a C₂H₂ el mismo que es transformado a C₂H₄. Este último compuesto puede ser analizado y la fijación de N₂ estimada. La desventaja de usar este método en el campo es que esta técnica es muy sensitiva a cambios ambientales y estos cambios producen fluctuaciones significativas en la estimación de N₂ fijado.

Un método razonable para medir la fijación de N₂ por leguminosas en el campo, es el método indirecto de la dilución del ¹⁵N debido a que el rendimiento y el estimativo de fijación de N₂ se puede hacer en la misma planta. Esta técnica se basa en el hecho de que las plantas que fijan N₂ usan también ¹⁵N que es aplicado al suelo como fertilizante y lo diluyen con el ¹⁴N que proviene de la atmósfera. La dilución es proporcional al N fijado. En este experimento también debe existir una planta de referencia como una leguminosa no nodulante o una gramínea que no usan N₂. La selección de la planta control no fijadora es crítica en este método para poder estimar la contribución de N proveniente del suelo y del fertilizante en el rendimiento de la leguminosa. Un control

no fijador de N₂ debe asimilar su N al mismo tiempo que lo hace la planta fijadora aunque no necesariamente en las mismas cantidades. Esto asegura que las plantas fijadoras y no fijadoras asimilen nitrógeno mineral a una misma relación 15N/14N de modo que se pueda asumir con seguridad que la dilución del 15N en las plantas fijadoras se debe a la incorporación de N₂ de la atmósfera a través de fijación biológica. En el Cuadro 2 se presentan datos generados por Rennie y Dubetz que cuantifican la cantidad de N₂ fijado por diferentes leguminosas utilizando el método del 15N.

Cuadro 2. Estimativos del porcentaje de N₂ fijado por diferentes leguminosas utilizando la técnica de 15N. Rennie y Dubetz. 1986. Agron. J. 78:654-660

CULTIVAR	N DERIVADO DE ATMOSFERA (%)	TOTAL N ₂ FIJADO kg/ha
Haba	84.8	215
Lenteja	82.1	176
Arveja	79.9	185
Garbanzo	53.4	54

En las Figuras 1 y 2 se ilustra los resultados obtenidos por Zapata et al. en la determinación de la eficiencia de haba y soya en fijación de N₂.

Factores del suelo que limitan la fijación de N₂

Debido a que el proceso de fijación biológica de N₂ es un proceso muy costoso en energía, las bacterias tienen mecanismos que controlan la transformación de N permitiéndolo cuando es realmente necesario. Estos controles son complejos y se cree se encuentran a nivel de enzimas y de genes. A nivel de enzima la nitrogenasa puede ser activada y desactivada y a nivel de su síntesis es controlada genéticamente. Por otro lado, factores medio ambientales pueden afectar el crecimiento de la bacteria en el suelo y las raíces de las leguminosas.

El pH del suelo es quizá el más importante factor externo que afecta la simbiosis. Algunas leguminosas crecen bien en pH neutral (alfalfa), mientras otras nodulan a pH cercanos a 5. Parte del efecto adverso del bajo pH se puede atribuir a la baja sobrevivencia del Rhizobium en condiciones ácidas. Se ha demostrado que el bajo pH inhibe la infección y nodulación en arveja y alfalfa. El encalado de suelos ácidos que presentan problemas de simbiosis mejora mucho la fijación de N₂.

PARTICION DE N EN SOYA (Glycini max L.)

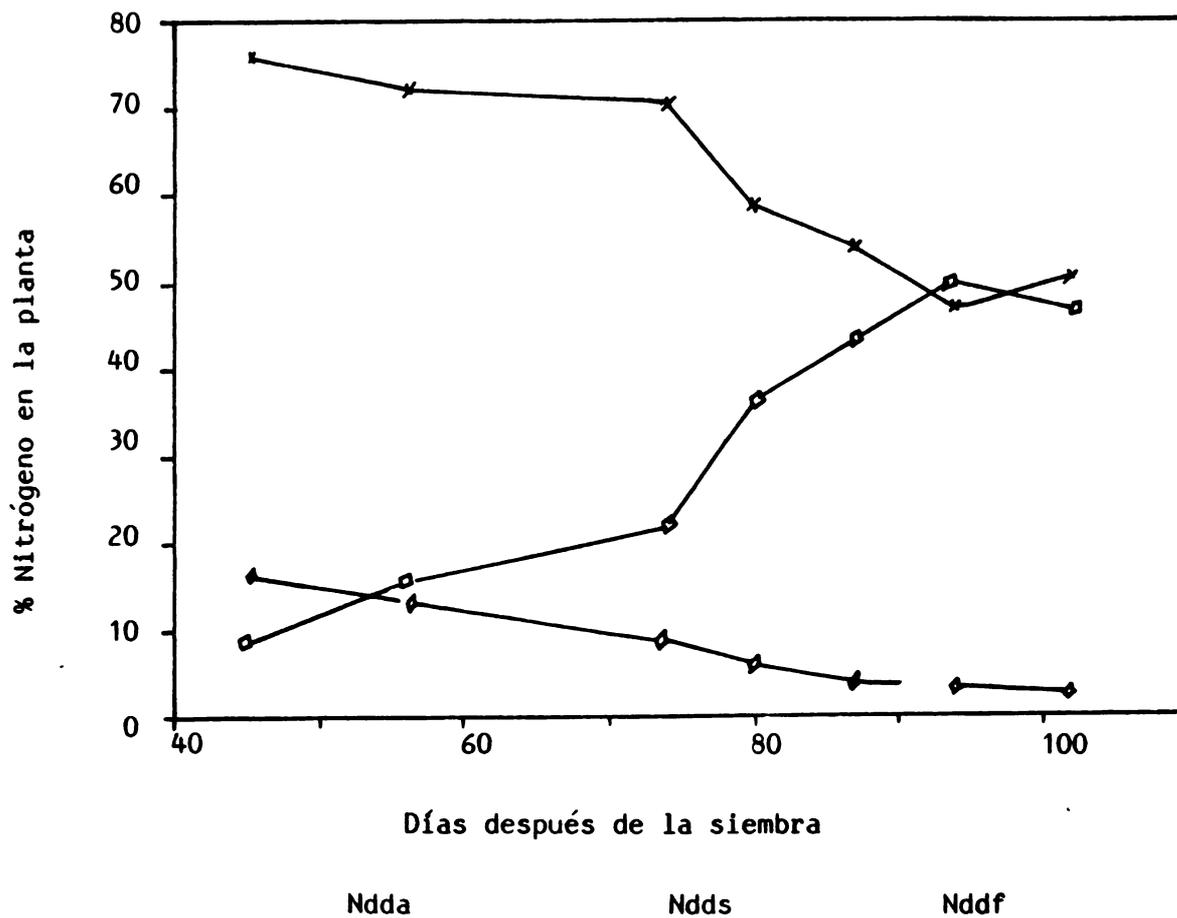


Figura 2. Estimativo de fijación biológica de N₂ en soya usando la técnica del ¹⁵N. Zapata et al. 1987. 79:172-176.

La deficiencia de Mo es comúnmente la más importante deficiencia dentro de los micronutrientes. Como ya se discutió antes, el Mo es un componente de la Mo-Fe-proteína necesaria en la reducción de N₂. Ante la ausencia de Mo se paraliza la síntesis de nitrogenasa. Cuando existe deficiencia de Mo es necesario aplicar al suelo molibdato de sodio (1 kg/ha). No se debe aplicar a la semilla inoculada porque el Mo reduce la viabilidad del Rhizobium.

El N del suelo es otro de los factores ambientales que afectan la fijación simbiótica de N₂. Las leguminosas que forman simbiosis con Rhizobium pueden usar ya sea N del suelo o N₂; pero concentraciones de N disponible en el suelo mayores que 2 milimoles (mM) generalmente deprimen la fijación de N₂. La presencia de exceso de N en el suelo durante el desarrollo de las plántulas de leguminosas puede inhibir la formación de nódulos y la adición de N a una leguminosa ya nodulada puede deprimir la fijación de N₂ ya que causa envejecimiento de los nódulos. Existe poca información sobre los factores que controlan el uso de N del suelo frente al N₂ por las leguminosas. La mayoría de estudios indican que el N del suelo es la fuente principal y que la fijación simbiótica de N₂ es una alternativa secundaria usada cuando la concentración de N en la solución del suelo es inadecuada para óptimo crecimiento. En general, la capacidad de las leguminosas para usar N del suelo y N₂ es una ventaja agronómica debido a que la mayoría de NO₃ del suelo que no es utilizado por las plantas se pierde del sistema por lixiviación o denitrificación. Cuando el N del suelo y N₂ están disponibles para la planta, su relativo uso puede ser afectado por los costos energéticos asociados con su asimilación. En todo caso, resulta económicamente mucho más barato el hacer uso de la fijación simbiótica de N₂ antes que utilizar costosos fertilizantes nitrogenados.

Por otro lado, existen limitaciones en la efectividad de la fijación de N₂ por parte de ciertas leguminosas. Esto puede deberse a una combinación de restricciones genéticas en una particular relación hospedero/bacteria. Un caso específico de esta particularidad es el fréjol que en diferentes estudios realizados en muchos países ha demostrado tener muy baja eficiencia de fijación de N₂. La incorporación de fertilizante nitrogenado incrementa considerablemente los rendimientos, indicando que la deficiencia de N era la mayor limitante aún cuando las plantas inoculadas presentaban raíces bien noduladas, indicando que la nodulación per se no limitaba la fijación de N₂. Los resultados de un experimento realizado en la República Dominicana por Huntington et al., ilustran este aspecto de la fijación biológica de N₂ (Cuadro 3).

Cuadro 3. Contenido de N en la parte aérea de fréjol rojo, 41 días después de la siembra en Constanza, República Dominicana (Huntington et al. 1986. Plant and Soil 95:77-85).

TRATAMIENTO	N TOTAL
Sin fertilizante y sin inoculante	4.0
100 kg N/ha	14.0
Sin fertilizante más inoculante	4.3

El efecto de otros elementos relevantes en la nutrición de plantas, en la fijación simbiótica de N₂, no ha sido completamente documentado. Sin embargo, es obvio indicar que cualquier diferencia de otros elementos repercutirá en el metabolismo y nutrición de la planta. Los suelos derivados de ceniza volcánica de Ecuador y Colombia fijan considerables cantidades de fósforo (P) y es necesario fertilizar con este elemento los cultivos. Por otro lado, estos suelos no responden a la aplicación de K.

Experimentos realizados con alfalfa en suelos bajos en K demostraron que la fertilización potásica incrementó la tasa de fijación de N₂ en 2.8 veces con la adición de 224 kg K/ha en un suelo arenoso pobre en K mientras que el incremento fue de 1.7 veces en un suelo limoso que, aparentemente, retiene más potasio.

El efecto de la fertilización fosfórica en estos suelos no fue tan grande como la obtenida con K aún cuando en el suelo arenoso se incrementó en algo la tasa de fijación de N₂.

BIBLIOGRAFIA

1. CIAT. 1988. *Inoculation con Rhizobium de leguminosas forrajeras tropicales. Poligráfico. Cali, Colombia.*
2. COLLINS, M., LANG, D.J. and KELLINGS, K.A. 1986. *Effects of phosphorus, potassium, and sulfur on alfalfa nitrogen fixation under field conditions. Agron. J. 78:959-963.*
3. EMERICH, D.W. and EVAUS, H.J. 1984. *Enhancing biological dinitrogen fixation in crop plants. In: H.D. Hauch (ed.). Nitrogen in crop production. American Society of Agronomy. Madison, Wi. p. 133-143.*

4. HAVELKA, U.D., BOYLE, M.G. and HARDY, R.W. 1982. Biological nitrogen fixation. In: F.J. Stevenson (ed.). Nitrogen in agricultural soils. Agron. Series Nº 22. American Society of Agronomy, Madison, Wi. p. 365-422.
5. HUNTINGTON, T.G. et al. 1986. Response of Phaseolus vulgaris to inoculation with Rhizobium phaseoli under two tillage systems in the Dominican Republic. Plant and Soil. 95:77-85.
6. MORRIS, D.R. et al. 1986. Competition for Nitrogen-15- depleted ammonium nitrate between arrow leaf clover and annual rye grass sown into bermudagrass sod. Agron. J. 78:1023-1030.
7. PHILLIPS, A. and DEJONG, T.D. 1984. Dinitrogen fixation in leguminous crop plants. In: R.D. Hauck (ed.). Nitrogen in crop Production. American Society of Agronomy, Madison, Wi. p. 121-132.
8. RENNIE, R.J. and DUBETZ, S. 1986. Nitrogen-15 determined nitrogen fixation in field grown chickpea, lentil, fababean and field pea. Agron. J. 78:654-660.
9. ZAPATA, F. et al. 1987. Nitrogen fixation and translocation in field-grown fababean. Agron. J. 79:505-509.
10. ZAPATA, F. et al. 1987. Time course of nitrogen fixation in field-grown soybean using Nitrogen-15 methodology. Agron. J. 79:172-176.

SISTEMAS DE PRODUCCION Y CULTIVOS ASOCIADOS DE LEGUMINOSAS DE GRANO EN COLOMBIA Y ECUADOR

*José Hiriam Tobón Cardona **

I. INTRODUCCION

En la agricultura minifundista de Colombia y Ecuador, predominan sistemas de producción en donde se explotan más de un renglón agropecuario, haciendo muy eficiente el uso de los recursos escasos: tierra y capital.

Las producciones son consideradas generalmente bajas con respecto a lo obtenido en un Centro Experimental o en la agricultura moderna.

Investigaciones de los últimos 17 años han demostrado no solo su eficiencia, su racionalidad en el uso de recursos y sus ventajas económicas, sino también sus posibilidades de mejoramiento.

Una visión general de los sistemas de producción que contienen leguminosas de grano comestible y algunos de sus resultados, serán presentados y discutidos a fin de ampliar el conocimiento y buscar un mayor interés de investigación en estos campos.

El frijol es un cultivo que se produce en todas las regiones geográficas de Colombia y Ecuador. En ambos países ocupa lugar principal en la alimentación humana. Participa con otros cultivos en su explotación, tales como: papa, maíz, arracacha, haba, quinua, plátano, arveja, caupí, ñame, yuca. Las prácticas culturales se hacen para asociaciones de cultivos, conocida esta como "la siembra de dos o más especies de cultivo en el mismo terreno".

Se conocerán como cultivos en asocio o relevo o intercalado y múltiple, las principales asociaciones o arreglos de plantas cultivadas. Gran variedad de niveles tecnológicos y de prácticas culturales son usadas, dadas principalmente por la variación ecológica de las zonas de explotación.

* *Coordinador Nacional de Cultivos Asociados. Centro Regional de Investigación "La Selva". ICA A.A. 100 Rionegro - Antioquia. Colombia.*

II. SISTEMAS DE PRODUCCION EN ECUADOR Y COLOMBIA

2.1. Frijol

La producción de leguminosas de grano comestible, principalmente frijol o fréjol, caupí, arveja, habichuela, haba, se hacen en explotaciones pequeñas, con bajos usos de tecnología en términos de semillas mejoradas, maquinaria agrícola para siembra, cosecha y beneficio, de herbicidas y de riego. El empleo de fungicidas en algunas áreas, es dado en defecto o en exceso, principalmente por el desconocimiento del manejo de las enfermedades. El uso de mano de obra familiar es intensivo y las áreas de producción son generalmente onduladas o escarpadas con suelos de muy baja fertilidad. En Colombia, durante 1955 a 1972 hubo producción de frijol altamente tecnificada en el Valle del Cauca, cuyo producto, el Caraota, se exportaba totalmente, pero hoy ha desaparecido por completo. La producción actual está en las zonas de laderas en fríjoles de consumo nacional y el área se ha incrementado entre 1980 y 1986 de 69.000 a 135.000 hectáreas.

En Ecuador, durante el último decenio, la superficie cultivada de frijol ha sufrido una seria disminución con respecto al decenio anterior y un rendimiento estable y el cultivo se realiza principalmente en las provincias de la Región Interandina en asociación con maíz, cuando se utilizan variedades volubles de frijol y en monocultivo cuando se usan variedades de tipo arbustivo. En las provincias serranas se encuentra la principal zona productora con un 95% del área dedicada a este cultivo. En la Sierra se cultiva frijol voluble en asociación con maíz en altitudes comprendidas principalmente entre 2.000 y 2.800 msnm. En los Valles Interandinos y localidades abrigadas en alturas de 1.200 a 2.200 msnm se cultiva frijol arbustivo.

En Colombia, el frijol voluble también se siembra en las zonas de clima frío moderado (2.000 a 2.500 msnm) y el arbustivo principalmente en los climas medios de 1.200 a 1.800 msnm, aunque ha sido desplazada su producción de las zonas planas por cultivos industriales como caña de azúcar, soya y algodón.

2.2. Arveja

La producción de arveja en Colombia se hace en monocultivo, o en asociaciones con papa, arracacha o maíz en pocas extensiones. Su importancia es tan poca que no aparecen en las estadísticas de producción del Ministerio de Agricultura de 1986. La tecnología utilizada en estos arreglos es de tipo tradicional y con variedades criollas, no aparecen variedades mejoradas, a excepción de la Diacol Caldas, de la cual hoy no se produce semilla mejorada.

En Ecuador, la arveja ocupaba unas 16.000 ha en 1976 y en 1985 solo hay 6.917 ha (Ministerio de Agricultura-Ecuador). Se cultiva en altitudes de 2.000 a 3.000 msnm. La principal área sembrada está en la Sierra y ocupa el 99.3% de esta, especialmente en las provincias de Chimborazo y Bolívar con un 58.1%.

Se siembra en rotación, después de los cultivos de maíz, otros cereales, papa y hortalizas; su consumo principal en ambos países es en grano tierno. Tampoco Ecuador dispone de suficiente tecnología, ni de semillas mejoradas de buena calidad.

2.3. Caupí

El caupí en Colombia es cultivado en los climas calientes del Litoral Atlántico, en terrenos fértiles pero de escasa lluvia. Totalmente cultivados en asociación, con ñame, maíz y ajonjolí. El uso de tecnología es claramente bajo y recientemente se dispone de variedades mejoradas, las cuales están en proceso de adopción. No hay riego, mecanización, ni procesos de post-cosecha. Su producción hace un bajo uso de insumos y sirve básicamente para autoconsumo.

2.4. Haba

También al igual que arveja, sigue en importancia al frijol en Ecuador. En Colombia, el área de cultivo es reducida. En Ecuador se cultivaron 4.800 ha en 1985, siendo la Sierra la principal zona productora con el 98.6%. Su cultivo también se realiza en pequeñas propiedades ubicadas sobre los 2.000 msnm, en zonas de alta humedad, bajas temperaturas y suelos pesados. Se cultiva en monocultivo, en asociación y con arreglos múltiples de haba - quinua - papa; se produce para autoconsumo y consumo nacional.

En Colombia se le cultiva en las zonas frías de Nariño, Cundinamarca y Boyacá, principalmente en asociación con maíz.

En ambos países, las habas cultivadas son procedentes de variedades criollas, con preferencias de colores claros y tamaños grandes y medianos. Su consumo se hace en grano verde y en grano seco.

De los demás materiales como garbanzo, lenteja y habichuela se carece de estudios en Cultivos Asociados y su importancia es muy poca. Son áreas tradicionales de siembra muy pequeñas y con microclimas aparentemente muy especiales. Ambos países son más bien importadores de estos productos.

Colombia importó en 1985, 15.264 toneladas de lenteja y cerca de dos mil toneladas de garbanzo (IDEMA).

III. RESULTADOS DE INVESTIGACION EN CULTIVOS ASOCIADOS

3.1. Ecuador

La mayoría de las especies silvestres y/o formas emparentadas con las cultivadas, se encuentran en sistemas asociados de cultivos, observándose asociaciones múltiples de hasta 10 cultivos en un mismo sitio. En el Cuadro 1, adaptado de Nieto y otros (10), se presentan los cultivos asociados Andinos del Ecuador y las provincias donde se encuentran. Aparecen los cultivos de maíz, frijol y arracacha como los principales asociantes con frijol. Sin embargo, no aparecen la lenteja, la arveja, el garbanzo y el haba entre las colecciones. Posiblemente, estas fueron hechas a altitudes superiores a los 2.800 msnm y más concretamente se orientaba la expedición a especies silvestres o emparentadas en peligro de erosión genética.

La quinua se asocia siempre con maíz, papas, arvejas, habas, ocas y mellocos, siendo estos arreglos los principales en las zonas de Tungurahua y de Imbabura. Ruiz y otros (12), desarrollaron dos ensayos de rendimiento y comportamiento agronómico de cuatro líneas de quinua asociada con maíz INIAP 101 en Cunchibamba y Otavalo, pudiéndose ver los resultados en el Cuadro 2. En ambas localidades, la mejor quinua fue la línea 17-0076 con una aplicación de 40 kg/ha de Nitrógeno. Es de destacar que el maíz se comportó igual en época de floración, en maduración y en rendimiento para todos los tratamientos.

Los trabajos en frijol con el enfoque de sistemas de producción y sus asociados, se desarrollaron en varias zonas del Ecuador.

Cardoso y Villasis (3) señalan que los trabajos de investigación agrícola en campos de agricultores han logrado desarrollar, ajustar y transferir tecnología de varias regiones de Ecuador, principalmente en los cultivos de papa, maíz x frijol, frijol, trigo y cebada. En las zonas de Quimiag - Penipe, Salcedo y Tungurahua en los cultivos de papa, cebada, trigo y frutales. Los de maíz x frijol se han realizado principalmente en las zonas productoras de Imbabura, al Norte del país, y Quimiag - Penipe en la Provincia de Chimborazo, en el centro del país. El frijol es prioritario en estas áreas, por la alimentación y empleo de la mano de obra familiar.

La zona productora de Quimiag-Penipe está dentro del radio de acción de la Est. Exp. Sta. Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. Los técnicos del PIP (Programa de Investigación en Producción), realizan sus trabajos en campos de agricultores. Han observado cierto grado de afinidad entre las líneas de frijol y las variedades de maíz mejorado y las criollas existentes en la zona. Varias líneas mejoradas probadas tienen mayor precocidad que el frijol local lo cual le ha

Cuadro 1. Cultivos asociados andinos del Ecuador según recolección de Nieto Carlos et al. 1984.

Especies	Nombre en Ec. y Col.	Carchi	Imbabura	Pichincha	Cotopaxi	Tungurahua	Chimborazo	Bolívar	Cañar	Azuay	Loja
<i>Chenopodium quinoa</i>	quinua	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-
<i>Amaranthus spp</i> (grano negro)	Kiwicha amaranto	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
<i>Lupinus mutabilis</i>	chocho, tarwi	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-
<i>Prunus capuli</i>	capulí	-	-	-	x	x	x	x	x	x	-
<i>Ullucus tuberosus</i>	Ulloco, melloco	x	x	x	x	-	x	-	x	x	x
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	mashua	x	-	x	-	-	x	-	x	-	-
<i>Oxalis tuberosa</i>	oca	x	x	x	-	-	x	x	x	-	-
<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	zanahoria blanca arracacha	x	x	x	-	x	x	x	x	-	-
<i>Polymnia sonchifolia</i>	jícama, chicama	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Capsicum spp</i>		-	-	x	x	x	x	-	-	-	x
<i>Lycopersicon spp</i>	tomate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mirabilis expausa</i>	miso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cucurbita spp</i>	zapallo	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zea mays</i>	maíz	x	-	x	-	-	x	-	-	-	x
<i>Phaseolus vulgaris</i>	frijol	x	-	x	-	-	x	-	-	-	-

Fuente: IV Congreso Internacional de Cultivos Andinos, Pasto, Colombia.

Cuadro 2. Rendimiento y comportamiento agronómico de cuatro líneas de quinua asociada con maíz INIAP 101 en Ecuador.

Localidades: 1) Cunchibamba, Tungurahua, 2) Otavalo, Imbabura.

Tratamientos Nº ECU SCQ	kg de N/ha	Días a Floración		Días a Maduración		Tamaño planta		Rendimiento t/ha	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	0	70	79	189	155	140	82	4.53 fg	0.90 g
2	40	70	78	189	155	155	115	5.14 ef	1.69 f
3	80	70	78	189	155	158	128	5.58 ef	2.67 cd
4	120	70	78	189	155	147	127	5.30 ef	2.67 c
5	0	66	80	185	155	121	68	3.46 g	1.07 g
6	40	66	76	185	155	123	102	4.66 fg	1.72 ef
7	80	66	75	185	155	122	105	5.23 ef	1.99 de
8	120	66	79	185	155	126	103	5.00 efg	2.09 d
9	0	105	100	222	167	176	107	6.86 cde	1.96 def
10	40	105	96	222	167	189	121	0.69 a	4.01 a
11	80	105	95	222	167	189	130	7.85 bc	4.36 a
12	120	105	95	222	167	187	133	6.64 ab	4.42 a
13	0	68	79	187	160	143	95	3.72 def	1.67 fg
14	40	68	78	187	160	136	107	6.14 def	2.96 bc
15	80	68	77	187	160	138	108	6.02 def	3.12 b
16	120	68	77	187	160	143	110	6.96 cd	3.07 ab

En maíz: la época de floración, la maduración y el rendimiento fueron iguales para todos los tratamientos, por no presentar significación estadística en la asociación quinua x maíz.

Fuente: Ruiz Galo, Viteri Luis y Nieto Carlos. En: IV Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Pasto, Colombia, mayo de 1984.

permitido a los agricultores de la zona sembrar y cosechar otro cultivo (arveja o papa) y, de esta manera, tener una rotación más adecuada del suelo.

Aunque posiblemente existen trabajos de asociación en Ecuador con lentejas, arvejas y habas, no fue posible para el autor conocer referencias bibliográficas, o quizá suceda igual que Colombia, que por la poca importancia en área, por sus sistemas tradicionales de cultivos en asociación, o por las áreas de microclimas tan especiales donde se les cultiva, no se han adelantado estos trabajos. Seguramente, si se tienen colecciones de germoplasma y ensayos de rendimiento en monocultivo que no son objeto de este trabajo.

3.2. Colombia

En Colombia, los cultivos llamados andinos son muy variados, a diferencia de lo que se considera en Ecuador como tales. La región natural Andina en Colombia abarca climas cálidos, medios, fríos moderados, fríos y de páramo.

Una amplia gama de estas especies se estudia en asociación de cultivos en el ICA, tales como: ñame, maíz, caupí, ajonjolí, yuca, plátano, caña panelera y de azúcar, tabaco, papa, frijol, arveja, arracacha, tomate y habichuela, ICA (8) y Tobón (18).

El frijol (Phaseolus vulgaris) se cultiva, a excepción del páramo y la Costa Atlántica (clima cálido), en casi todas las zonas del país. Participa en la asociación con diferentes especies. Por su importancia en área, en producción y en alimentación, los agricultores han desarrollado sistemas de producción altamente complejos. En los últimos 15 años, el ICA y el CIAT han adelantado trabajos de investigación en cultivos asociados con énfasis en frijol. Solamente se hará referencia en este trabajo a unas pocas partes de la experimentación adelantada por el ICA.

En el clima cálido seco, el frijol se puede asociar con tabaco. Si bien no es un sistema practicado por los agricultores quienes usan solo el monocultivo de tabaco, esta asociación investigada como alternativa por el ICA, parece atractiva como se desprende del análisis del Cuadro 3. Similares resultados de alternativas se están logrando en la Costa Atlántica con el intercalamiento de: Tabaco // Caupí (Vigna sp.), en donde se han alcanzado rendimientos de 600 y 700 kg/ha, que corresponden al 50 ó 60% del rendimiento del mismo caupí en monocultivo, (8). Las ventajas económicas de una diversificación en alimentación y en producto de comercialización obtenida a muy bajo costo y con economía de tierra, demuestra porque se está adoptando tan rápidamente por los agricultores, los asistentes técnicos y las compañías financieras de tabaco.^{1/}

^{1/} Complemento informes anuales 1985.

Cuadro 3. Resumen de tratamientos, producción promedio de tabaco (peso de hoja seca) y frijol (grano seco) en el primer semestre de 1985. t/ha. ICA-CRI "El Arsenal" Enciso, Santander.

Nº	Tratamientos descripción	Producción		IET
		Tabaco	Frijol	
1	Tabaco (o)	3.09	-----	
2	Tabaco // un surco frijol D. Calima	2.52	0.400 b	1.10
3	Tabaco // dos surcos frijol D. Calima	2.604	0.775 ab	1.38
4	Tabaco // un surco frijol radical	2.750	0.525 ab	1.22
5	Tabaco // dos surcos frijol radical	2.258	1.133 ab	1.44
6	Frijol D. Calima (o)	-----	1.432 ab	
7	Frijol Radical (o)	-----	1.594 a (1)	

(1) Tratamiento con letra igual no presenta diferencia

D.M.S 0.05 = 1.122 Frijol C.V. = 42.08

Fuente: Segovia S. Rafael. Informe Anual 1985.

El maíz por frijol voluble en asociación, es decir, en siembra simultánea, es quizá el arreglo más estudiado en los climas medios y fríos moderados. Numerosos resultados se han obtenido, según los investigadores Casadiego (4), Flórez (5,6), Obando y Arias (11), Segovia (13) e ICA (8). Este sistema se practica en los climas fríos moderados de Cundinamarca y Boyacá, Antioquia, Nariño, Huila principalmente, pero se observa en toda la Zona Andina colombiana.

Obando y Monsalve, hacen una recopilación general de la investigación de estos arreglos en Nariño. Se han estudiado los factores, densidad de población, genotipo, fertilización y control de enfermedades. En general, se puede concluir, que la fertilización para la asociación es de 50 - 75 kg de N y P₂O₅, respectivamente, obteniéndose rendimientos de 4.3 t/ha de maíz ICA V-507 y 1564 kg/ha de frijol en un suelo de pH 5.7 y 21 ppm de fósforo, con una distribución de plantas de tres de maíz y dos o tres de frijol por sitio. Varios genotipos de frijol promisorios y regionales de maíz y frijol se han evaluado, observándose diferencias entre las especies y los arreglos. Los mejores rendimientos son para los frijoles Mortiño, 1064 kg/ha, la línea 49, 1003 kg/ha y el frijol ICA 0.3.2, 975 kg/ha. En los últimos años se han venido entregando materiales mejorados de maíz y frijol aptos para asociación. Algunos de ellos son selección de materiales criollos como el frijol ICA Viboral, conocido en Antioquia como Cargamento, el maíz ICA V-402 selección del maíz criollo Montaña. En Santander el maíz ICA V-304 está en asociación con los frijoles volubles, criollos, radicales. En Antioquia, los maíces ICA V-402 e ICA V-453 se asocian bien con el frijol Radical; este frijol parece adaptado a este sistema, obteniéndose muy buenos rendimientos.

El sistema de mayor rendimiento de maíz y de frijol es el conocido como el de relevos (maíz --- frijol voluble) y es en el Oriente Antioqueño donde se cultiva más ampliamente. Unas 26.000 ha se hacen bajo este sistema. Los trabajos de Suescún (14), Tobón (15,16) y Zuluaga (19), presentan una gama amplia de ensayos con genotipos, distancias de siembra, control de enfermedades, fertilización química y orgánica, épocas relativas de siembra, etc. Se evidencian los más altos rendimientos en ambas especies, del orden de 4 a 5 toneladas de maíz y de 1 a 2 toneladas de frijol Cargamento. Este frijol tiene el más alto precio del mercado, supera a veces hasta en el doble de precio a cualquiera de los otros frijoles mejorados. Los frijoles ICA Viboral e ICA LS 3.3, ambos de tipo cargamento, tienen alta compatibilidad agronómica con los maíces ICA V-402, ICA V-453 y los maíces criollos de los agricultores. En Nariño el frijol ICA 0.3.2 similar al regional Mortiño, parece ser aceptado por los agricultores para su asociación con maíz.

La asociación maíz x frijol arbustivo también ha sido estudiada, aunque aún no

parece muy exitosa, pero si lo es en el sistema de intercalamiento que recién se inicia su adopción.

En Santander se lograron los mejores rendimientos con maíz ICA V-304 y frijol Radical: 3.061 y 264 kg/ha respectivamente. En cambio, en Nariño con maíz ICA V-507 y maíz criollo Morocho blanco asociados con frijoles arbustivos Tundama, se obtuvieron en kg/ha 5.060 de maíz ICA V-507, 5.719 de maíz Morocho blanco y 1.395 de frijol, el maíz Morocho blanco fue siempre superior al mejorado ICA (8).

En los climas fríos moderados de Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Boyacá, Nariño y de Santander, se han estudiado las asociaciones papa x arveja y papa x frijol, un ejemplo de estos experimentos aparece en el Cuadro 4. Suescún (14) relaciona estos resultados obtenidos en el Centro Regional de Investigación "La Selva". La arveja L10 y la Bogotana fueron las de mejor comportamiento. La papa ICA Monserrate no parece adecuada para asociarse con arveja, debido a su exuberante follaje y demasiados tallos secundarios.

En el clima frío de Caldas, Rendón citado por Tobón (18) presenta en el Cuadro 5 los resultados de los experimentos de papa asociada con frijol, habichuela y arveja, bajo dos condiciones diferentes: en Tesorito, con un buen manejo de malezas y en Gallinazo con un deficiente manejo de las mismas, resultando de todas maneras atractiva a la asociación. En los análisis económicos respectivos, todas las asociaciones resultaron más eficientes agronómica y económicamente en ingresos netos. Esta asociación de papa x arveja o frijol también ha resultado atractiva en Nariño, Monsalve 9 y en Santander (Tinaga, zona fría, y en el Oriente y Norte de Antioquia, Suescún (14). Los demás arreglos son alternativas de producción y no necesariamente son sistemas de los productores.

En el Cuadro 6 se presentan resultados de un experimento, del arreglo maíz x frijol x haba, con el objeto de determinar el potencial de maíz para soportar el asocio con las otras especies en estudio y medir las interacciones y determinar la eficiencia económica.

Parecía existir una cierta compatibilidad del sistema, pero con frijoles arbustivos debido a la agresividad del haba, causa pérdida total del frijol, tipo ICA Tundama y Diacol Andino; sin embargo, los rendimientos del maíz se elevaban notoriamente: 5 - 6 t/ha. En el ensayo del Cuadro 6, se observa que los rendimientos por ha son cerca de 2.5 toneladas de maíz, 600 kilogramos de frijol mortiño tipo voluble y de 2700 kg de haba. El ingreso neto combinado de las tres especies es superior en el sistema cuando se asocia con frijoles arbustivos mejorados.

Cuadro 4. Resultados preliminares de rendimiento en t/ha y kg/ha de papa y arveja (en vaina verde) en asocio, para medir interacción genotípica. "La Selva", 1984.

Papa	(o)	Variedades de arveja											
		Guatecana		L. 10(prom)		Diacol Caldas		Bogotana					
		P	Ar	P	Ar	P	Ar	P	Ar	P	Ar	P	Ar
Tequendama	29.46	24.27	407	25.29	1.064	25.81	611	25.90	837				
Capiro	30.50	30.34	135	25.04	430	29.75	203	27.67	1.019				
Picacho	31.07	29.25	407	30.89	1.313	30.25	1.222	30.35	1.268				
Monserate	33.87	35.77	Perdida	34.06	90	34.51	90	31.25	104				
Monocultivos de arveja		2.309		1.200		906		1.404					

Fuente: Suescún Gómez, Jorge L. ICA. Informe Anual 1984.

Cuadro 5. Rendimiento de los tratamientos en producción comercial en la Granja "Tesorito" y en "Gallinazo". Caldas.

Trat. Nº	A r r e g l o s	Rendimiento en toneladas/hectárea			
		Tesorito		Gallinazo	
		Papa	Cult. Asoc.	Papa	Cult. Asoc.
1	Papa x frijol 1:1	25.97	0.10	14.27	0.34
2	Papa x frijol 1:0.5	25.50	0.06	15.77	0.18
3	Papa x habichuela 1:1	28.10	-----	16.62	0.69
4	Papa x habichuela 1:0.5	27.17	-----	15.30	0.47
5	Papa x arveja 1:2	22.87	1.75	16.25	-----
6	Papa x arveja 1:1	23.02	1.07	15.72	-----
7	Papa x repollo 1:0.5	24.42	8.77*	10.85	20.45
8	Papa x repollo 1:0.25	26.32	5.03*	13.45	9.56
9	Papa (o) 1:0	27.70	-----	14.85	-----
10	Papa (o) 1.33:0	28.95	-----	16.85	-----

* Rendimientos no comerciales

(o) Monocultivo

Tomado de Rendón John. Tesis Universidad de Caldas. Manizales 1977.

Cuadro 6. Rendimiento de maíz, frijol Mortiño y haba en grano seco, en kg/ha en cultivo asociado. CRI-Obonuco, Nariño, 1984.

Variedades de maíz	Población de haba miles plantas/ha	Haba Blanca Común		ICA - PM1		
		Haba Maíz kg/ha	Frijol Haba kg/ha	Haba Maíz kg/ha	Frijol Haba kg/ha	
	10	2033	962	2326	594	2206
Morocho blanco	20	2014	511	2303	527	2612
	30	2966	543	1809	578	2359
	10	2445	652	2828	641	2467
ICA V-507	20	2589	602	2891	805	2666
	30	2614	479	2097	412	3748

Fuente: Obando L. Informe Anual 1984.

Posteriores trabajos de Monsalve (Informe anual 1986), trabajando con Morocho blanco, MB 54 e ICA V-507 y los frijoles Tundama y Andino y el haba Blanca común, cambiando la posición de asocio a intercalado del haba, se logró más estabilidad del sistema obteniéndose rendimientos en kg/ha de 2687, 441 y 468 kg/ha de maíz Morocho blanco, haba y frijol Tundama, respectivamente; y, de 2701, 482 y 594 de maíz B 54, haba y frijol; y, de 3702 maíz ICA V-507, 459 del mismo frijol Tundama y de 688 de haba.

El efecto de la variedad y de arreglos resultó significativo estadísticamente, más no la interacción, arreglo x variedad de maíz, pero sí lo fue en el caso de frijol; indicando en general que la producción de maíz se afecta con la asociación haba - frijol, especialmente en la variedad Tundama. La inclusión de haba sola no afecta la producción de maíz.

En la asociación maíz x frijol en clima medio, que se desarrolla en Antioquia, Nariño y Santander, no ha sido posible lograr altos rendimientos en maíz.

Un resumen de resultados de varias zonas se relaciona a continuación: (según Monsalve, Flórez y Segovia. Informes anuales)

Nariño:	Maíz x frijol Mortiño:	3575 y 588 kg/ha
	Maíz x ICA Viboral:	3968 y 1077 kg/ha
	Maíz x E 605 :	3762 y 388 kg/ha
Antioquia:	Maíz x frijol Liborino:	4256 y 555 kg/ha
	Maíz x frijol Llanogrande:	4485 y 429 kg/ha
Santander:	Maíz x frijol:	2130 y 637 kg/ha

En el clima cafetero de Antioquia se ha venido trabajando en el arreglo yuca // maíz // frijol arbustivo. Flórez (6) relaciona en el Cuadro 7 los resultados de este ensayo en la Estación Experimental "Tulio Ospina", cerca de Medellín. Se observa que agronómicamente es posible, práctico y positivo establecer este cultivo múltiple y que además se logran rendimientos relativamente altos en las tres especies.

Los índices económicos de ingreso neto, rentabilidad media al capital y el índice de eficiencia de la tierra, fueron similares o superiores en los seis arreglos estudiados a los respectivos monocultivos. Este arreglo está siendo muy tenido en cuenta en programas de difusión a fin de corregir los problemas de erosión, de agotamiento de la fertilidad del suelo y para aumentar la producción y productividad de alimentos.

Segovia y Tobón (13) trabajaron en la evaluación de sistemas asociados con plátano,

Cuadro 7. Rendimientos en kg/ha para diferentes sistemas de cultivo múltiple de yuca, maíz y frijoles en clima medio. "Tulio Ospina", 1981 - 1982.

Nº	Tratamientos Descripción	kg/ha			
		Yuca	Maíz	Frijol arbustivo	Frijol voluble
1	Y (o)	30.6 a*	----	----	----
2	M (o)	----	3.485 a	----	----
3	F. ar. (o)	----	----	1.125 a	----
4	F. v. (o)	----	----	----	428 a
5	Y // F.ar.1 siembra	28.1 a	----	856 abc	----
6	Y // M	29.6 a	2.743 b	----	----
7	Y // M // F. ar.	31.7 a	2.495 bc	708 bc	----
8	Y // M x F.v.	37.8 a	1.746 d	----	207 b
9	Y // M x F.v.//F.ar.	37.6 a	1.835 cd	630 c	148 b
10	Y // F.ar.2 siembra	35.3 a	----	930 ab	----
C.V. %		11.2	15.4	16.7	35.3

* Rendimientos con una letra en común no son significativamente diferentes.

determinándose ventajas en el ingreso neto asociado, pero reduciendo el rendimiento de plátano con respecto al monocultivo. Hoy se adelantan trabajos en 14 zonas importantes del cultivo. De las 369.000 ha de plátano cultivadas en Colombia, el 92% se hace bajo sistemas de asociación.

Arrieta (2) ha adelantado estudios de Caupí y sus asociaciones en el clima cálido de la Costa Atlántica. Sus arreglos incluyen el ñame, el maíz, la yuca y el ajonjolí; en el sistema ñame x maíz // caupí se han obtenido rendimientos de 12 t/ha de ñame, 1.2 t de maíz y 740 kg/ha de caupí. El uso eficiente de la tierra fue el doble con respecto del cultivo, pero aún no supera el monocultivo de Ñame en ingreso neto.

CONCLUSION: Así, existen evaluaciones para señalar las siguientes ventajas y desventajas de los cultivos asociados.

VENTAJAS DE CULTIVOS ASOCIADOS

1. **Máximo aprovechamiento de la tierra.**
2. **Uso eficiente de características biológicas de plantas.**
3. **Uso eficiente de factores ambientales.**
4. **La labranza mínima favorece al suelo.**
5. **Diversifica fuentes de ingreso y alimentación.**
6. **Menores costos de producción.**
7. **Genera empleo familiar.**
8. **En general ofrece mayor ingreso neto.**
9. **Menor incidencia de plagas y enfermedades.**
10. **Hay cubierta vegetal casi todo el año.**
11. **Generación continuada de ingresos.**
12. **Las inversiones son graduales.**
13. **Menor incidencia de malezas.**
14. **Menor riesgo por cosechas y mercado.**
15. **Presencia permanente en el mercado (mayor comunicación social).**
16. **Requerimientos fisiológicos especiales de las plantas (período vegetativo, habilidad competitiva, competencia de nutrientes, resistencia o tolerancia a sequía, habilidad lumínica, hábito de crecimiento, ciclo vegetativo).**
17. **Puede existir complementación.**

DESVENTAJAS DE CULTIVOS ASOCIADOS

1. Poca oferta de tecnología.
2. Requiere variedades y especies compatibles.
3. Dificultad de mecanización.
4. Alto uso de mano de obra.
5. Requiere mejor distribución de lluvias.
6. Requiere ordenamiento en espacio y tiempo de siembra.

BIBLIOGRAFIA

1. ARIAS, F.J., SUESCUN, G.J. y MUÑOZ, R. 1983. El asocio papa x frijol arbustivo: influencia del genotipo de frijol con tres poblaciones en su productividad. Rev. ICA. Vol. XVIII, Bogotá, Colombia, p. 411 - 418.
2. ARRIETA, J.M. 1988. Estudio del sistema yuca intercalado con maíz, caupí y ajonjolí en la Región del Caribe. ICA-CRI-Carmen de Bolívar, Colombia, 14 p., sin publicar.
3. CARDOSO, V.H. y VILLASIS, C. 1987. La investigación a nivel de finca en Ecuador. En: La investigación de frijol en campos de agricultores de América Latina. Taller, CIAT, Cali, Colombia, p. 55-64.
4. CASADIEGO, M. y GARCIA, J.C. 1982. Evaluación agronómica de veinticinco variedades de maíz (Zea mays L.) de clima frío bajo el sistema de asociación con frijol voluble. Tesis Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá. 169 p.
5. FLOREZ, O.G. Algunos resultados de la investigación en cultivos asociados de clima medio de Colombia. ICA, Estación Experimental Tulio Ospina, Medellín, Antioquia, Colombia, sf. 21 p., sin publicar.
6. FLOREZ, O.G., MUÑOZ, R. y ARIAS, J. Evaluación del sistema de yuca (Manihot esculenta) intercalada con maíz (Zea mays L.) y frijol (Phaseolus vulgaris L.) en clima medio. Rev. ICA. p. 301-306.
7. GARCIA, G. y NIETO, C. 1984. Diagnóstico de la situación actual y perspectivas de producción de quinua en Ecuador. En: Memorias del IV Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Pasto, Colombia, p. 281-288.
8. ICA. 1985. Informes Anuales Programa de Cultivos Asociados. Sin publicar. Rionegro Antioquia, Colombia, 53 p.

9. MONSALVE, O. y ARIAS, J. 1984. *Las asociaciones pasa x arveja y papa x frijol en Colombia. En: IV Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Pasto, Nariño, Colombia, p. 176-180.*
10. NIETO, C., CASTILLO, R. y PERALTA, E. 1984. *Recolección de cultivos andinos en Ecuador. En: Memoria IV Congreso Internacional de cultivos andinos. Pasto, Colombia, p. 50-56.*
11. OBANDO, G.L. y ARIAS, F.J. 1984. *El sistema maíz x frijol // haba // quinua. En: IV Congreso Internacional de cultivos andinos. Pasto, Nariño, Colombia, p.130-135.*
12. RUIZ, G. VITERI, L. y NIETO, C. 1984. *Comportamiento agronomico de cuatro líneas de quinua en asociación con maíz y bajo cuatro niveles de fertilizacion nitrogenada, en dos localidades. En: Memorias IV Congreso Internacional de cultivos andinos. Pasto, Colombia, p. 150-165.*
13. SEGOVIA, S.R. y TOBON, C.J. 1986. *Evaluacion de sistemas de cultivos asociados con plátano (Musa sp.). ICA Sección Cultivos Asociados. CRI "El Arsenal". Enciso, Santander, Colombia, 28 p.*
14. SUESCUN, J. 1985. *Informe de labores CRI "La Selva". Rionegro Antioquia, Colombia, 28 p., sin publicar.*
15. TOBON, C.J. 1975. *Algunos aspectos de investigación agronomica de cultivos asociados, ICA Medellín, Colombia. Boletín de Divulgación N° 26, 27 p.*
16. TOBON, C.J. 1977. *Comportamiento de algunos sistemas agrícolas tradicionales con varias practicas de producción en el Oriente Antioqueño. ICA, Medellín, Colombia. Boletín de Investigación N° 47.*
17. TOBON, C.J. *Importancia de la investigación agroeconómica de cultivos asociados: enfoques, actividades y principios básicos. ICA. CRI-La Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia. sf. 15 p.*
18. TOBON, C.J. 1987. *La investigación en cultivos asociados en ICA Colombia. Metodología y resultados. Foro de Ingenieros Agronomos ASOCIA, Manizales, Colombia, 23 p.*
19. ZULUAGA, M. y TOBON, C.J. 1987. *Resultados de algunas prácticas en el cultivo de frijol en el Oriente Antioqueño. ICA, Rionegro, Antioquia, Colombia, 28 p., sin publicar.*

REDUCCION DE LABRANZA EN CULTIVOS DE LADERA

*Marino Rodríguez R. **

Buena parte de la agricultura de América del Sur se localiza sobre las estribaciones de la Cordillera Andina. En Colombia, el 60% del área agrícola está en la zona de ladera, igual que el 82% de la población. Por esta razón, se genera una alta presión sobre la tierra que se manifiesta en un minifundio acentuado y una agricultura intensiva y restringida por factores físicos y socio-económicos.

La preparación de suelos para la siembra de cultivos de ladera se realiza en forma indiscriminada sin tomar muy en cuenta condiciones como el relieve, el tipo de suelo y clima principalmente. Los sistemas convencionales de labranza, ya sea con la utilización de tracción mecánica o animal, se caracterizan por el alto número de operaciones de arado y rastra al asociar equivocadamente la productividad del suelo con la intensidad de la preparación; son altamente costosos y afectan las propiedades físicas del suelo.

El uso continuado e indistinto tanto de labranza como de implementos inadecuados ha producido un desplazamiento irreversible del suelo en sentido de la pendiente y como consecuencia, áreas de deformación acelerada, agotamiento paulatino de materia orgánica y signos graves de deterioro y erosión en zonas agroecológicas con aguaceros de alto potencial erosivo.

Teniendo en cuenta lo anterior, el ICA a través de la Sección de Maquinaria Agrícola ha adelantado un proyecto de investigación denominado "Mecanización de zonas de ladera", cuyo objetivo principal es el mejoramiento de implementos de tracción animal y de sistemas de labranza que permitan al pequeño agricultor incrementar los rendimientos de trabajo, los ingresos y, a su vez, pueda hacer un manejo racional del suelo.

Influencia de la reducción de labranza sobre la conservación del suelo

La menor acción de distribución del suelo implica el menor daño de la estructura (Cuadro 1), de hecho se obtiene estabilidad en la densidad aparente, en la porosidad de aireación y especialmente en la porosidad de conducción de agua, la cual permite una

* *Ing. Agr., M.Sc. Técnico Programa de Maquinaria Agrícola ICA, CRI-Obonuco, A.A. 339, Pasto, Colombia.*

mayor disponibilidad de humedad para la planta.

Cuadro 1. Indices de la estructura del suelo. *

Sistemas de labranza (años)	Estado de agregación (%)	Grado de agregación (%)	Estabilidad estructural (%)
1	30.29	61.96	0.43
2	44.08	66.55	0.99
3	33.00	68.18	0.67
4	35.88	62.51	0.71
5	45.31	69.09	1.24
Pradera	55.82	71.48	2.47
C.V. 950	14.50	5.56	29.50

* Indices determinados después de cinco años de manejo.

Por otra parte, la acumulación de residuos sobre la superficie del suelo reduce la temperatura del suelo y así la evaporación de agua, lográndose mayor humedad para la planta. Por otra parte, el incremento del contenido de materia orgánica mejora la capacidad estructural y con esto otras propiedades físicas relacionadas, entre estas, la capacidad de almacenar y retener agua aprovechable.

La mayor ventaja lograda al reducir labranza es la disminución del arrastre del suelo en sentido de la pendiente, ya sea por acción directa de los implementos o por efecto del agua de escorrentía (Cuadro 2). La siembra sin labranza sobre praderas prácticamente anula la pérdida del suelo en las dos modalidades descritas, debido a la cobertura total.

Cuadro 2. Suelo perdido por escorrentía y desplazado por implementos en diferentes sistemas de labranza.

Sistema de labranza	Suelo perdido por escorrentía (kg/ha)	Suelo desplazado (kg/parcela de 1000 m ²)
3 Av + Rp	1.225	22.400
2 Av + 2 R	1.060	14.500
1 Av + 2 R	1.120	12.000
1 Ac + 2 R	1.066	13.700
3 R	5.086	10.500
TOTAL	5.557	

Av = Arado de vertedera; Ac = Arado de chuzo; Rp = Rastra de púas;
R = Rastra de discos.

Desde el punto de vista agronómico, son muchas las implicaciones favorables logradas al reducir operaciones de preparación del suelo, entre estas, las siguientes:

La semilla se coloca cerca de la superficie, por lo tanto, su emergencia es más rápida. Generalmente, cuando se siembra sin labranza sobre pradera, las plantas presentan mejor vigor, expresado en área foliar, altura de planta y peso seco. En frijol arbustivo se ha demostrado un mayor índice de fotosíntesis neta para las plantas procedentes de labranza reducida y cero.

Esta disposición del cultivo se puede traducir en incrementos de la producción en función, igualmente, de las calidades de cobertura, de la temperatura, la humedad y, probablemente, del reciclaje de nutrientes.

Cuadro 3. Producción promedio de algunos cultivos del altiplano de Nariño por sistema de labranza.

SISTEMA DE LABRANZA	FRIJOL kg/ha	MAIZ kg/ha	TRIGO kg/ha	PAPA kg/ha
Convencional	586	2.449	3.033	14.881
Reducida	596	2.597	3.312	16.904
Cero labranza	803	3.607	3.033	17.881

No se han encontrado enfermedades cuya presencia se pueda atribuir a la reducción o eliminación de la preparación del suelo, por el contrario, se ha observado mayor disminución de hongos del suelo comparados con los sistemas convencionales.

Por otra parte, salvo la presencia de babosas en los síntomas de labranza reducida y cero, no se ha observado la presencia de otras plagas asociadas con la reducción de labranza. Por el contrario, con estos sistemas ha sido significativamente menor el ataque de Delia sp. en frijol y se ha observado menor población y grado de ataque de gusano blanco en papa.

La disturbación del suelo propicia la germinación de la semilla de malezas y si esta operación es superficial, como algunas modalidades de labranza reducida, su brotación y crecimiento son rápidos, por lo cual, el éxito del control depende de la aplicación de un herbicida pre-emergente.

La siembra directa sin disturbar el suelo reduce ese riesgo, es más, el sembrar

directamente sobre pradera si la cobertura es durable obstruye el brote de malezas en algunos casos hasta la cosecha.

Las ventajas desde el punto de vista económico lo constituye el ahorro de tiempo y dinero, de 21 a 2 días si se siembra con un par de rastras solamente, o de todo ese tiempo si se siembra sin labranza.

Sobre praderas es necesario aplicar un herbicida cuyo costo es equivalente al 30% del costo de la preparación convencional del terreno.

MECANIZACION APROPIADA PARA EL PEQUEÑO PRODUCTOR DE LA REGION ANDINA

*Laureano Guerrero Jiménez **

I. INTRODUCCION

En Colombia, y en general en los países andinos, la cordillera da lugar a vastas extensiones de suelos de ladera y pequeños valles interandinos donde se asientan varias poblaciones y se concentra un número elevado de pequeños productores agropecuarios.

Esta región andina con predominio de pequeñas parcelas y minifundios produce principalmente alimentos de consumo directo. Los sistemas de producción usados son generalmente rudimentarios y en la mayoría de los casos no integran prácticas de conservación de suelos, agua, flora y fauna. Con frecuencia se emplean herramientas y técnicas inapropiadas y se obtienen niveles de productividad bajos y con elevados costos.

Tanto las características socio-económicas predominantes como los limitantes de tipo natural, como el relieve y topografía de los terrenos, establecen un marco restringido de posibilidades de mecanización para el pequeño productor andino, que debe ser tenido en cuenta en la generación de las técnicas mecanizadas y las tecnologías mecánicas que se desarrollen. Casi de hecho, para las zonas de ladera, el uso de energía para la preparación de suelos y otras prácticas, se condiciona el empleo de fuentes de baja potencia (bueyes principalmente y minitractores para pequeña horticultura).

II. LA DEGRADACION DE LOS SUELOS ANDINOS

Los pequeños productores agrícolas de la Región Andina, que son numerosos, disponen en su mayoría de parcelas donde se presentan severos problemas de deterioro en sus suelos.

Aunque la conservación de los recursos debe ser iniciativa de cada uno de los estados; sin embargo, a cada productor le compete una parte en este proceso, pues de la capacidad productiva de su parcela depende el sustento del núcleo familiar.

* *Ing. Agr., M.Sc., Director Nacional del Programa de Maquinaria Agrícola del ICA, Tibaitatá, A.A. 151123, Bogotá, Colombia.*

Este problema, de por sí, tiene desde el punto de vista técnico, solamente varias facetas.

En términos generales hay un exceso de mecanización en la preparación de las camas de semillas que además de costoso, ha venido deteriorando la estructura de los suelos, reduciendo el espacio poroso (especialmente los macroporos) indispensable para el almacenamiento de agua y el intercambio gaseoso, procesos necesarios para que las plantas puedan realizar sus funciones vitales.

Por otra parte, ese exceso de preparación que conduce a suelos mullidos y limpios no aporta incremento en la producción y deja el suelo expuesto y suelto, pues la preparación se realiza para sembrar al inicio de la época lluviosa. Estas condiciones contribuyen al arrastre de material por las aguas perdiéndose en muchos casos, además del suelo, los insumos aplicados tales como fertilizantes y semillas.

En las regiones de ladera los arados de vertedera comúnmente usados ocasionan un desplazamiento de la capa arable en el sentido de la pendiente, al invertir o voltear el prisma del suelo, dando lugar con el tiempo a la formación de taludes y al afloramiento, en las partes altas de los lotes, de horizontes de suelo no aptos para la agricultura. Este fenómeno no es otra cosa, en última instancia, que la reducción del área productiva de estos agricultores. Otras prácticas que se efectúan con herramientas, también están contribuyendo a erosionar los suelos andinos; tal es el caso de los caballones orientados en el sentido de la pendiente o la aplicación de arados o rastrillos en el mismo sentido, de tal manera que las huellas que dejan, favorecen la pérdida de suelo, por acción de las corrientes de agua.

III. LA GENERACION DE TECNOLOGIA EN MAQUINARIA Y MECANIZACION POR EL ICA

Al comienzo de la década de los años setenta, el Programa de Maquinaria Agrícola del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) inició el diagnóstico de la problemática sobre el tópico aludido, y con base en el análisis de ella se realizó el planteamiento de alternativas.

Se comenzó con el estudio de los patrones de mecanización existentes y la evaluación frente a estos de los sistemas de labranza reducida o de conservación.

Como los resultados encontrados fueron exitosos, toda vez que fue posible obtener iguales o mejores producciones, con una menor intensidad en el número de labores,

se procedió a complementar esta investigación con el siguiente paso que había sido previsto, consistente en el diseño y evaluación de nuevos implementos de labranza que permitieran aumentar los rendimientos de campo, o sea reducir el número de horas por labor y que a la vez permitieran las técnicas de labranza de conservación de suelos y agua. En estos diseños, además de cumplir con la parte técnica, se tuvo muy en cuenta el marco socio-económico de los pequeños productores.

Como fruto de estas investigaciones, se dispone hoy de varios modelos de rastrillos, arados, fertilizadoras y diversas técnicas de mecanización que llegan hasta la siembra sin labranza en zonas de ladera.

Detalles sobre estos resultados serán expuestos en el curso que PROCIANDINO realizará en Pasto en mayor de 1988, por parte de los dos conferencistas del Programa de Maquinaria Agrícola del ICA.

Algunos resultados obtenidos se presentan, a modo de ejemplo, en los Cuadros 1, 2 y 3, en las cuales se muestran las ganancias en tiempo (reducción de costos) en la labor de preparación de suelos, usando las tecnologías generadas por el ICA.

En síntesis, conviene resaltar la importancia que para todos los países del área Andina tiene el pequeño productor de ladera y minifundio y dejar en claro que a pesar de las restricciones socioeconómicas y topográficas, es necesario y posible mejorar su proceso de mecanización con tecnología apropiada que además contribuya a la conservación de los recursos suelo y agua.

Cuadro 1. Rendimientos en las labores de preparación, de acuerdo al tratamiento y labor. Yacuanquer (Nariño) 1973 - 1974.

Implementos utilizados	Número de operaciones	Días por hectárea
Arado de vertedera	1	5.70
Arado de chuzo	2	11.06
Rastra de púas	3	2.83
Total tratamiento		<u>19.59</u>
Arado de chuzo	2	11.06
Rastra de púas	2	1.89
Total tratamiento		<u>12.95</u>
Arado de vertedera	1	5.70
Arado de chuzo	1	5.53
Rastra de púas	2	1.89
Total tratamiento		<u>13.12</u>
Arado de vertedera	1	5.70
Rastra de púas	2	1.89
Total tratamiento		<u>7.59</u>
Arado de chuzo	1	5.53
Rastra de púas	2	1.89
Total tratamiento		<u>7.42</u>
Rastra de púas	3	2.83
Total tratamiento		<u>2.83</u>

Cuadro 2. Sistemas de labranza evaluados.

TRATAMIENTOS	IMPLEMENTOS	Nº PASES
1 (Convencional)	Arado de chuzo	2
	Rastra de púas	2
	Surcada con azadón	1
2	Arado de vertedera reversible	2
	Rastrillo de discos embisgrado	2
	Surcadora	1
3	Arado de vertedera reversible	2
	Rastrillo de discos embisgrado	1
	Surcadora	1
4	Arado de vertedera reversible	2
	Rastrillo de cuerpos rígidos	2
	Surcadora	1
5	Arado de vertedera reversible	2
	Rastrillo de cuerpos rígidos	1
	Surcadora	1

Cuadro 3. Rendimientos de campo en horas por hectárea con los sistemas de labranza estudiados.
ICA, CRI San Jorge, Soacha, Cundinamarca. 1982 - 1984.

Sistemas de labranza	Promedio en horas/hectárea en las 5 cosechas				Promedio General	P. Ducan Grupos **
	82-B	83-A	83-B	84-A		
1*	77.11	83.37	80.94	79.72	85.34	A
2	64.01	66.56	72.24	-----	67.13	B
3	60.17	59.61	66.30	66.82	59.08	D
4	62.99	65.19	71.23	67.84	65.61	C
5	57.08	58.65	64.59	63.16	58.32	E

* Convencional

** Los grupos con letra distinta difieren a un nivel del 5%.

IDENTIFICACION DE SINTOMAS, INVESTIGACION Y CONTROL DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES (HABA, LENTEJA Y GARBANZO)

*Habib Ibrahim **

INTRODUCCION

Estudios conducidos en el ICARDA han demostrado que las principales enfermedades que afectan económicamente el cultivo de haba (Vicia faba L.) son: Ascoquita (causada por Ascochyta fabae), mancha de chocolate (causada por Botrytis fabae). La roya y la alternaria son de menor importancia económica. En ciertos países como Sudán, la presencia de enfermedades varía debido a cambios que se presentan en el medio ambiente; pero generalmente dominan las enfermedades dentro del complejo de pudriciones radiculares, virus y, en menor grado, el mildew polvoso. La maleza parasítica Orobanche spp. también causa grandes daños e inestabilidades en el rendimiento.

El garbanzo es también afectado por las enfermedades. Dependiendo de su localización geográfica, las siguientes enfermedades pueden llegar a producir fuertes pérdidas económicas: marchitamiento, pudrición de la raíz, ascoquita. El marchitamiento de las plantas es la más importante enfermedad en la India, en América Latina y en el norte de Africa. La ascoquita es un problema muy serio en el Oeste de Asia, Norte de Africa y el sur de Europa.

Por otro lado, se ha encontrado que el cultivo de lenteja es menos afectado por las enfermedades, cuando se lo compara con el de haba y garbanzo. La enfermedad más común de este cultivo en el Oeste de Asia y el Norte de Africa es el marchitamiento. En Etiopía y en la India el cultivo de lenteja es atacado por enfermedades tales como la roya, mancha de chocolate y la ascoquita. En muchos países de la Región Andina, el marchitamiento vascular de las plantas es la principal enfermedad en este cultivo.

* ICARDA, Aleppo, Siria.

PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL HABA

1. **Ascoquita**

Esta es una de las importantes enfermedades que causan daños significativos en el cultivo de haba. Esta enfermedad es severa y puede alcanzar niveles epidémicos altos cuando las condiciones climáticas son muy húmedas y frías. Los síntomas de esta enfermedad aparecen en todas las partes del follaje y las manchas en las hojas son pústulas hundidas de color café rojizo, con el centro de color gris donde se observan pequeños cuerpos oscuros conocidos como picnidias. Los síntomas en las vainas son similares en forma a aquellos que se presentan en las hojas. En los tallos las manchas toman una forma alargada.

La enfermedad se transmite a través de semillas infectadas y se difunde si se dejan desechos de plantas infectadas en el campo. La infección se produce por medio del micelio en la semilla o por medio de la germinación de las esporas contenidas en las picnidias. Es bien conocido que la lluvia ayuda grandemente a la diseminación de esporas de un campo a otro.

La ascoquita es una enfermedad ampliamente difundida en los países del Oeste de Asia y Norte de África.

2. **Mancha chocolate**

El organismo que causa esta enfermedad es Botrytis fabae. La enfermedad está ampliamente difundida en el Oeste de Asia, los países del Norte de África y en China. Las condiciones ambientales húmedas y frías ayudan a que la enfermedad alcance niveles epidémicos e infrinja daños significativos a los cultivos. Los síntomas se presentan en las hojas, tallos y vainas. Existen dos tipos de síntomas: a) el estado no agresivo, y b) el estado agresivo.

El estado no agresivo se presenta como manchas circulares pequeñas con una circunferencia rojiza y los centros oscuros; este estado no es infeccioso. El estado agresivo de la enfermedad, el cual es infeccioso, se caracteriza por tener manchas irregulares que se unen rápidamente. Estas manchas son café rojizas y cubren rápidamente la superficie de la hoja. Este estado agresivo de la enfermedad es el responsable de su dispersión y el daño a los cultivos.

3. **Roya**

El organismo que la causa es Uromyces fabae. La roya es bien conocida en el Oeste de Asia y en Etiopía. Esta enfermedad no causa serios daños en el haba, excepto cuando ocurre en estados tempranos del desarrollo del cultivo. Los síntomas aparecen primero como manchas blancas en las hojas, las cuales se incrementan rápidamente. Estas manchas cambian después a un color rojizo (como óxido de hierro), con un anillo exterior de color amarillo. Bajo condiciones severas de la enfermedad, las hojas se marchitan y caen.

4. **Alternaria**

Esta enfermedad se presenta leve y generalmente no causa pérdidas de rendimiento, excepto en países como Egipto. El organismo que la causa es Alternaria tenuis. Las manchas aparecen primero en las hojas inferiores de la planta y luego se extienden a las hojas superiores conforme la enfermedad se hace más severa. Las manchas aparecen como anillos concéntricos de color gris con contornos oscuros. El centro de estas manchas algunas veces se destruye dejando un hueco central.

5. **Mildeu polvoroso**

Los organismos que producen esta enfermedad son Erysiphe polygoni o Leveillula taurica. Esta enfermedad es principalmente encontrada en Etiopía y Sudán. Puede también causar pérdidas económicas en sectores bajo riego del Sudán en ciertos años. La enfermedad generalmente aparece tarde durante el desarrollo del cultivo y en esta forma, produce menos daños. Los síntomas aparecen en las hojas como manchas blancas que se van secando y toman color amarillento. También se observan puntos oscuros sobre estas áreas infectadas.

6. **Complejo de enfermedades de marchitamiento y pudrición de raíz**

Estas enfermedades son causadas por un grupo de hongos entre los cuales los más importantes son: Fusarium spp., Verticillium spp. y Rhizoctonia spp. Los cultivos de haba son infectados principalmente por Fusarium oxysporium y Rhizoctonia solani.

Cuando se presenta la infección por marchitez, la parte superior de la planta se marchita y se seca mientras está todavía verde, indicando esto una pérdida de agua. Esta condición patológica se puede distinguir de un marchitamiento fisiológico, por los

síntomas adicionales que aparecen en cortes longitudinales y transversales de la raíz. En estas secciones, los vasos del xilema afectados, adquieren un color café.

Por otro lado, cuando la enfermedad de pudrición de raíz infecta a la planta de haba, la raíz aparece negra y las raíces secundarias disminuyen en número. Los puntos de crecimiento de la raíz son destruidos por la enfermedad y el cuello de la raíz aparece mojado.

El suelo representa la principal fuente de infección de este complejo de enfermedades. La enfermedad es diseminada en el campo por los equipos de labranza del suelo y el agua de riego.

7. Control integrado de las enfermedades del haba

En general, los principales pasos para llevar a cabo un control integrado de las enfermedades del haba, son los siguientes:

- A. Uso de semilla libre de enfermedades
- B. Tratamiento de la semilla
- C. Uso de variedades resistentes
- D. Métodos culturales
- E. Estudio y conocimiento de las propias enfermedades.

Los programas de mejoramiento deben investigar todos los factores arriba mencionados, de tal forma que se puedan desarrollar tecnologías económicas para ser recomendados a los agricultores. La estrategia en el ICARDA es identificar genotipos resistentes a enfermedades que puedan ser usados en los programas de mejoramiento de varios países. El ICARDA ha desarrollado técnicas de selección (screening) para separar genotipos resistentes a ascoquita, roya y mancha chocolate. Esta metodología han sido utilizadas eficientemente en muchos países (para detalles sobre estas técnicas, favor consultar "Técnicas de Screening para resistencia a enfermedades en haba", por Salim Hanounik, ICARDA, 1986).

En el Cuadro 1 se pueden observar los genotipos que han sido identificados por su resistencia múltiple a mancha chocolate, ascoquita y roya. El Cuadro 2 presenta la misma información anterior pero para accesiones de germoplasma de haba y familias F6. Estos materiales están siendo usados por muchos programas nacionales en sus proyectos

Cuadro 1. Reacción a la enfermedad y rendimiento de grano en algunas líneas seleccionadas por su resistencia múltiple a mancha de chocolate, ascoquita y roya en el ICARDA.

Línea	Cruze	Progenitores	Reacción a la enfermedad (1)	Rendimiento (t/ha) (2)
B8737	L82009	A2 x BPL1179	R	5.016 a
B8736	L82007	BPL460 x BPL710	R	4.906 a
B8731	L82011	15563 x BPL710	R	4.491 b
B8730	L82010	15563 x BPL1179	R	4.455 b
Testigo-Siria	ILB1814	-----	AS	0.780 c
Testigo-Egipto	Rebaya-40	-----	AS	0.680 c

(1) La reacción a la enfermedad fue codificada en ICARDA sobre una escala de 1 a 9.

(2) Números seguidos por diferente letra, son significativamente diferentes al 1% (LSD = 0.398).

R = Resistente

AS = Altamente susceptible

Cuadro 2. Resistencia múltiple a enfermedades en accesiones de germoplasma de haba y familias F6, en el ICARDA.

Accesión o cruce	Origen de los progenitores	Reacción a la enfermedad (1)															
		Mancha chocolate			Ascoquita			Roya			Alternaria			Stemphylium			
		Año:	84	85	86	84	85	86	84	85	86	84	85	86	84	85	86
BPL1179	Ecuador	R	R	R	N ⁽²⁾	N	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
BPL 710	Ecuador	R	R	R	N	N	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
BPL 266	Grecia	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
L82003-2	261 x 472	R	R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
L82004-1	261 x 74	R	R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
L82005-1	472 x 710	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
L82007-2	400 x 710	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
L82009-2	A2 x 1179	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
L82010-3	15563 x 1179	R	R	R	N	N	N	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
L82011-2	15563 x 710	R	R	R	N	N	N	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ILB 1814	Testigo-Siria	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
ILB 1821	Testigo-Egipto	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
ILB 365	Testigo-Egipto	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

(1) R = Resistente (grado 1,3 ó 5); S = Susceptible (grado 7 ó 9) dentro de la escala de 1-9 del ICARDA.

(2) N = No evaluado.

de mejoramiento genético.

Como una parte del control integrado de enfermedades, se han identificado fungicidas eficientes como el Dithane M-45, Bravo 6F y Ronilan, cuya dosis de aplicación se observan en el Cuadro 3.

En un experimento que fue conducido en el ICARDA, se usaron tres líneas de habas resistentes a ascoquita (ILB 472, ILB 460, ILB 74), una línea menos resistente (ILB 1814) y una línea muy susceptible (ILB 1820). Las plantas fueron tratadas con los fungicidas Bravo-500 (Chlorthalonil 40%) 2.5 ml/litro y Dirosal-60 en una dosis de 0.5 g/litro de agua. Los dos fungicidas se aplicaron antes de la inoculación de la enfermedad y después de que aparecieron los síntomas. Los resultados indicaron que la enfermedad no prosperó en las líneas resistentes ni tampoco cuando las plantas fueron tratadas con fungicidas (solos o combinados). El mejor control de la enfermedad ocurrió cuando se combinaron la resistencia genética con la aplicación de fungicidas.

PRINCIPALES ENFERMEDADES DE LA LENTEJA

Estudios anteriores han demostrado que el cultivo de la lenteja es menos afectado por enfermedades que los cultivos de haba, garbanzo y arveja. A pesar de esto, existen ciertas enfermedades que causan considerables pérdidas en rendimiento cuando las condiciones agroclimatológicas son favorables. El marchitamiento vascular causado por Fusarium oxysporum f.sp. Lentis, es la principal enfermedad de la lenteja en el Oeste de Asia. El Programa de Mejoramiento de Leguminosas de Grano del ICARDA está seleccionando genotipos resistentes a esta enfermedad. Un estudio se llevó a cabo en Siria durante 1984/85 para investigar la importancia económica de esta enfermedad, en 20 campos de agricultores. Se encontró que el 13% de estos campos estaban infectados, con una intensidad en el rango de 2 a 70%. El organismo causante de este daño fue identificado como Fusarium oxysporum. Basándose en esta problemática, el programa del ICARDA inició la evaluación de 400 accesiones con resistencia, las cuales se analizaron en dos diferentes épocas de siembra. El ICARDA también desarrolló un método de "screening" confiable en condiciones de invernadero durante 1987/88. El método demostró ser útil para la selección preliminar de materiales resistentes, lo cual debe complementarse con las pruebas de campo.

El cultivo de la lenteja se ha mostrado susceptible a la roya, causada por Uromyces

Cuadro 3. Eficiencia de algunos fungicidas en el control de tres enfermedades de haba.

Fungicida y dosis	Eficiencia de control (*)		
	Mancha chocolate	Ascoquita	Roya
Dithane M-45 2.5 kg(i.a)	2	3	4
Bravo - 6F 2.5 ml/l	2	4	2
Calixin-M 0.5 ml/l	1	1	2
Ronilan 2g (i.a)	4	1	1

(*) Eficacia. Escala 1-5 (1 = muy baja; 5 = excelente).

fabae, en los países de Etiopía, Chile, Paquistán e India. Líneas resistentes a esta enfermedad ya han sido identificadas y se están usando en los programas de mejoramiento. Al respecto, Etiopía o India tienen sitios muy apropiados para estudiar la resistencia de lenteja a roya.

PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL GARBANZO

El cultivo del garbanzo es afectado por muchas enfermedades, las cuales pueden observarse en el Cuadro 4.

1. Marchitez causada por Fusarium

Esta enfermedad es causada por Fusarium oxysporum y es importante en el cultivo de garbanzo. La enfermedad puede ser observada en las plantas de una variedad susceptible, alrededor de tres semanas después de la siembra. Cuando las plántulas están infectadas, las hojas se ponen flácidas, de color pálido y estas plántulas eventualmente se mueren. Las raíces infectadas pueden verse sanas por afuera, pero cuando se les abre verticalmente se observa que el tejido se ha tornado café. Las plantas adultas infectadas se pueden ver pero las hojas se irán poniendo gradualmente amarillas.

El hongo vive en el suelo y también puede transmitirse a través de la semilla. Estas semillas infectadas pueden desinfectarse con Benlate-T (Benomyl 30% + Thiram 30%) en una dosis de 0.15%. Como el hongo puede sobrevivir cinco años en el suelo, la rotación de cultivos no es una práctica adecuada como medida de control. El método más efectivo es usar variedades que tengan resistencia genética. El ICRISAT ha conducido un programa masivo de "screening" para encontrar resistencia a Fusarium, combinando procedimientos de selección tanto de laboratorio como de campo. En esta forma se identificaron alrededor de 50 accesiones con resistencia a la enfermedad.

2. Pudrición húmeda de la raíz

La pudrición húmeda de la raíz es una enfermedad causada por Rhizoctonia solani K'ahn. La planta es más afectada en estado de plántula como después de germinar, especialmente cuando la humedad en el suelo es alta; esto sucede comúnmente en cultivos de baja irrigación. Los síntomas se presentan como una pudrición suave (húmeda) de la raíz y con un color café en los tejidos que se va extendiendo hacia arriba de la planta,

Cuadro 4. Lista de las principales enfermedades que atacan el cultivo de garbanzo.

Enfermedad	Organismo causante	Distribución
1. Ascoquita	<u>Ascochyta rabiei</u> (Pass) Labr.	Oeste de Asia Norte y Este de Africa Sur de Europa Sur de Rusia India México
2. Botrytis	<u>Botrytis cinerea</u> Pres.ex.Fr.	Argentina Australia Bangladesh Colombia India España E.U.A.
3. Alternaria	<u>Alternaria alternata</u> (Fr.) Kiessler	Bangladesh India Nepal
4. Colletotricum	<u>Colletotrichum dematurim</u> Pers.ex.Fr.	India
5. Phoma	<u>Phoma medicaginis</u> Malbre and Roum	India Irán Paquistán
6. Stemphylium	<u>Stemphylium sarciniforme</u> (Cav.) Wilts	India Irán
7. Roya	<u>Uromyces ciceri</u> - <u>arietini</u> (Grogen) Jacz. and Beyr	Norte de Africa Oeste de Asia Perú, México India, Etiopía Chipre, Chile Nepal Paquistán
8. Mildew polvoso	<u>Liveillula taurica</u> (Lev.) Arnaud	Sudán Paquistán India
9. Marchitez vascular	a) <u>Fusarium oxysporum</u> b) <u>Verticillium albo-attum</u>	India, Tunisia Irán, Paquistán Etiopía, España Nepal, México Perú, Siria Bangladesh Paquistán, E.U.A.

Continuación Cuadro 4...

Enfermedad	Organismo causante	Distribución
10. Pudrición de raíz	a) <u>Rhizoctonia bataticola</u> b) <u>Rhizoctonia solani</u> c) <u>Fusarium solani</u> d) <u>Phytophthora megasperma</u> e) <u>Pythium altimum</u> f) <u>Sclerotium rolfsii</u>	India Argentina, Chile India, México Irán India India India, Irán, E.U.A. Bangladesh Etiopía India, Siria
11. Bacteriosis	<u>Xanthosomas cassiae</u>	India
12. Enanismo	Virus del enrollamiento de la hoja en arveja	India, Paquistán Etiopía, Tunisia
13. Mosaico	Virus del mosaico de la alfalfa	Algeria, India Irán, Morocco
14. Hoja angosta	Virus del mosaico amarillo del fréjol	India, E.U.A.

hasta que estas se van poniendo amarillentas y se marchitan.

Una práctica recomendable para reducir la presencia de esta enfermedad es evitando tener mucho fertilizante y humedad en el suelo.

3. Pudrición del tallo por Sclerotinia

Esta enfermedad es causada por el hongo Sclerotinia sclerotiorum. Las plantas adultas se afectan fácilmente cuando su follaje es demasiado denso y el suelo permanece húmedo por mucho tiempo. Los síntomas iniciales son la caída de los pecíolos y posteriormente las hojas se van poniendo amarillentas. Una acumulación de los micelios blancos del hongo puede cubrir la base de las ramas y los tallos empezando desde el nivel del suelo.

Esta enfermedad se presenta más fácilmente cuando el clima es frío, húmedo y con neblina espesa. El ICRISAT ha seleccionado algunas líneas con moderada resistencia.

4. Roya

La roya es causada por Uromyces ciceris - arietine. La enfermedad aparece primero en las hojas como pústulas pequeñas y redondas de color café canela. Las pústulas tienden a unirse y formar un anillo de pequeñas pústulas alrededor de una grande. Las plantas que son severamente infectadas, se pueden secar prematuramente. Las condiciones climáticas frías y húmedas favorecen el desarrollo de esta enfermedad.

Desafortunadamente, no se han identificado buenas medidas de control para esta enfermedad, ni culturales ni químicas. Tampoco se conocen fuentes de resistencia, excepto por la accesión IP-82 que es moderadamente resistente en plantas grandes.

5. Alternaria

El organismo causante de esta enfermedad es Alternaria alternata. Este hongo ataca toda la parte aérea de la planta y la infección es generalmente severa en las hojas. Las lesiones en las hojas son húmedas y de color púrpura, rodeadas de un tejido color café chocolate pero sin márgenes. En los tallos, las lesiones son alargadas y de color café a negro; mientras que en las vainas las lesiones son circulares y más dispersas.

6. Botrytis

El organismo causal de esta enfermedad es Botrytis cinerea. Los síntomas aparecen en los tallos, hojas y vainas como lesiones de color gris o café oscuro. Las lesiones sobre el tallo estrangulan los tejidos completamente. Las hojas y las flores pueden descomponerse y formar una masa podrida. Las lesiones en las vainas son húmedas e irregulares. Algunas veces se presentan cuerpos negros llamados esclerotios, los cuales se encuentran dispersos en las áreas infectadas. El hongo se transmite a través de la semilla.

Las semillas infectadas se pueden desinfectar con Vincozolin (Ronilan) y una combinación de MBC + Thiram. Las aplicaciones foliares con estos fungicidas pueden ser efectivas para controlar la enfermedad.

7. Ascoquita

Esta enfermedad es causada por Ascochyta rabiei. El hongo infecta toda la parte aérea de la planta. Bajo condiciones favorables, en caso de que el inóculo se encuentre en la semilla, las plántulas desarrollan lesiones café oscuras en la parte basal de su tallo.

En el caso de que el inóculo sea transmitido por el aire, los síntomas aparecen en las hojas nuevas como pequeñas manchas necróticas. Estas manchas se agrandan dañando tejidos de las hojas y los ápices terminales. Se pueden observar picnidios en las áreas dañadas más claras. En las variedades muy susceptibles, la necrosis se mueve hacia abajo matando la planta. Cuando las condiciones ambientales no son muy favorables para la enfermedad, los síntomas pueden ser solamente manchas circulares con márgenes café y su centro de color gris (sobre las hojas), pudiéndose observar estos picnidios distribuidos en anillos concéntricos. Las lesiones en los tallos y los pecíolos de las hojas son ovaladas o alargadas, conteniendo picnidios y son de color oscuro. Las lesiones en las vainas son generalmente circulares y con picnidios formando también anillos concéntricos. El hongo en esta forma penetra la pared de la vaina e infecta la semilla.

La dispersión de la enfermedad ocurre principalmente a través de las picnidiosporas formadas en los sitios de infección primaria y se produce desde los residuos del cultivo o semilla infectada. Los residuos del cultivo infectados pueden ser transportados centenares de metros por el viento. Las condiciones ventosas y húmedas dispersan la enfermedad más rápidamente.

Métodos efectivos en el control de la enfermedad:

a. Técnicas para buscar resistencia genética

Técnicas eficientes de "screening" fueron desarrolladas por ICARDA e ICRISAT para buscar fuentes de resistencia a la enfermedad. Una técnica eficiente para realizar "selección por resistencia" bajo condiciones de campo es la siguiente:

1. Sembrar simultáneamente un surco de la línea susceptible, después de cada dos surcos del material de germoplasma en prueba.
2. Colocar entre las parcelas, residuos de cosechas infectados procedentes de la temporada anterior.
3. Mantener una alta humedad ambiental a través de riego por aspersión o por otro procedimiento.
4. Asperjar todas las plantas con una suspensión de esporas preparada con material enfermo.

Una técnica complementaria de invernadero también se desarrolló, en la cual se cubren las plantas inoculadas con fundas de polietileno para mantener una alta humedad.

Estas dos técnicas de "screening" han permitido identificar un alto número de accesiones resistentes.

b. Prácticas culturales

Este método incluye la remoción y destrucción de residuos de cosecha, rotación de cultivos y siembras profundas. Una rotación de garbanzo con trigo, cebada o mostaza puede ser utilizada. Otra de las prácticas efectivas, es enterrar los residuos de plantas enfermas a una profundidad mayor de 10 cm.

c. Control químico

El producto conocido como Calixin-M (11% de Tridemorph + 36% de Maneb) permite eliminar el inóculo presente en la semilla y esto ofrece una excelente oportunidad de control. Se encontró también que el producto Thiabendazole es tan efectivo como el Calixin-M. Cuando la enfermedad se encuentra en forma epidémica en un campo, las aspersiones foliares generalmente extienden más la infección. Como medida preventiva es aconsejable utilizar chlorothalonil en combinación con cultivares tolerantes.

PRODUCCION, SELECCION Y USO DE SEMILLA MEJORADA DE LEGUMINOSAS COMESTIBLES

*Hernán Naranjo **

I. INTRODUCCION

La Investigación es el camino por medio del cual se obtienen materiales promisorios, siendo este un proceso lento y meticuloso que conlleva varios años de trabajo, culminando esta labor con la entrega de una nueva variedad a los agricultores en cantidades suficientes para su siembra. De lo expuesto podemos deducir que este trabajo es de suma importancia y debe ser efectuado con proligidad y eficiencia.

A fin de que este esfuerzo desplegado por el fitomejorador de desarrollar una nueva variedad tenga el impacto deseado, es imprescindible que la semilla del fitomejorador sea multiplicada en forma tal que esté a disposición de los agricultores en el menor tiempo posible.

La producción de semillas es la continuación y el mantenimiento del trabajo del mejorador, de ahí que el productor de semillas debe ser o debe estar asesorado por el mejorador. Ello con el objeto de conservar y multiplicar la semilla original con todas las cualidades y características que hacen superior a las variedades ya existentes.

La producción de semillas mejoradas de buena calidad es una tarea que requiere de una organización sólida y estable que cuente con recursos técnicos y económicos suficientes. Normalmente, la producción de semillas está encargada a organismos oficiales, privados o mixtos, que cuentan con personal especializado, facilidades y equipos para la buena producción de semillas.

II. SITUACION ACTUAL DE LAS LEGUMINOSAS EN EL ECUADOR

Las principales leguminosas comestibles que se cultivan en el país son: fréjol (Phaseolus vulgaris), arveja (Pisum sativum), lenteja (Lens culinaris), chocho (Lupinus

* *Jefe Depto. de Producción de Semillas, EESC, INIAP, Ecuador.*

mutabilis) y, en menor escala, garbanzo (Cicer arietinum) y son de estas especies que existen datos que reportan a nivel nacional.

En el Cuadro 1 se indican algunos datos estadísticos del cultivo de las leguminosas en los últimos 18 años.

AÑO	SUPERFICIE (ha)	PRODUCCION (TM)	RENDIMIENTO Kg/ha
1965	129440	78024	603
1970	141995	81383	573
1975	102995	54010	524
1980	71036	38904	548
1981	76126	43200	567
1982	71838	42925	598
1983	54317	30996	571

Fuente: MAG.

Se observa claramente, como la superficie cultivada con leguminosas ha ido decreciendo en los últimos años, manteniéndose los rendimientos promedios por hectárea.

De esta superficie, casi el 90% corresponde a predios localizados en la Región Interandina, el porcentaje restante se cultiva en la Costa, Oriente y Galápagos.

Generalmente este cultivo está distribuido entre los pequeños y medianos agricultores con una restringida tecnología.

La problemática en la producción de leguminosas en el país es de orden: climática, tecnológica, económica e inherente al cultivo.

Los climáticos se relacionan con la existencia de una gran variedad de climas y microclimas, debido al amplio rango de circunstancias de temperaturas, precipitaciones, altitud y cantidad de calor que inciden en los cultivos.

Los problemas tecnológicos abarcan el insuficiente asesoramiento técnico dado a los agricultores y el desconocimiento de la escasa oferta de nuevas tecnologías. Los problemas económicos radican en la situación propia del agricultor para adquirir los insumos y equipos necesarios, a fin de lograr una buena productividad y en el limitado crédito existente.

Por último, los problemas inherentes al cultivo se relacionan con la falta de semilla de buena calidad, ataque de enfermedades, plagas, disponibilidad de riego, fertilización,

falta de variedades mejoradas, etc.

El Sistema de Producción es propio de la agricultura campesina o de subsistencia, en general prima el sentido de la asociación de cultivos o del multicultivo.

III. CLASES DE SEMILLA

La baja calidad de semilla está demostrando que se debe a las multiplicaciones sucesivas de un mismo cultivo, por lo que se han establecido prácticas definidas de producción. Ellas se basan en un sistema de generaciones que limitan el número de multiplicaciones de una determinada clase de semilla.

De acuerdo a la nomenclatura internacional, los estados de multiplicación son:

1. Semilla genética o del fitomejorador

Denominada también semilla original, puede ser obtenida por introducción y selección o hibridación. Los volúmenes producidos son escasos. Esta categoría de semilla es la más pura genéticamente y su producción se realiza generalmente en la Estación Experimental.

2. Semilla básica o fundamental

Se genera a través de la semilla genética. La pureza varietal, tanto genética como física debe ser preservada en esta etapa, de ahí que su multiplicación se realiza generalmente en las estaciones experimentales.

3. Semilla certificada

Proviene de la semilla básica, su volumen de siembra es mucho mayor que el de la categoría anterior. Su producción está sujeta a cumplir normas de calidad previamente establecidas. El objetivo de esta fase consiste en poner a disposición de los agricultores, semillas genéticamente puras de buena calidad.

IV. ASPECTOS EN LA PRODUCCION DE SEMILLAS

Pocos son los países latinoamericanos que poseen un sistema organizado de producción de semillas de leguminosas y dada la importancia nutricional de estas, es necesario la implementación de un programa de producción de semillas que permita al agricultor contar con semillas de calidad para sus siembras.

La escasa rentabilidad, para la empresa privada, que proporciona la producción de semillas de leguminosas autógenas, principalmente por el "ahorro" de semilla por

parte del agricultor, a partir de la primera siembra, inducen a pensar que solamente un organismo oficial podrá producir este tipo de semillas, o en su defecto, habría que buscar una metodología por medio de la cual sea el propio agricultor quien produzca su semilla, pero con la calidad y exigencias de la semilla certificada.

La idea es proporcionar semilla genéticamente pura a una gran cantidad de agricultores; ellos en forma "artesanal" serán los encargados de multiplicar y extender entre sus vecinos las bondades de la nueva variedad. Junto con la semilla debe incluirse un manual o una guía de como producir la semilla, cuidados, controles fitosanitarios, eliminación de plantas enfermas, época de siembra, cosecha, trilla, limpieza y cuidados en almacenamiento.

V. PRINCIPIOS DE LA PRODUCCION DE SEMILLA

Un programa organizado de producción tiende a lograr que las semillas producidas llenen los requisitos de:

- Pureza varietal
- Pureza física y biológica
- Alta calidad fisiológica

1. Mantenimiento de la pureza varietal

- Selección del productor-multiplicador
- Selección del terreno
- Siembra
- Inspección de campo
- Eliminación de plantas indeseables
- Inspección de equipos y facilidades de almacenamiento
- Registro de semillas
- Análisis de semilla

2. Mantenimiento de la pureza física

- Suelo fértil
- Terreno uniforme
- Control de malezas
- Prácticas culturales
- Cosecha
- Limpieza y almacenamiento

3. Calidad fisiológica

- Cosecha apropiada
- Secado adecuado
- Buen procesamiento
- Tratamiento de semilla
- Condiciones de almacenamiento

VI. PRODUCCION DE SEMILLAS DE VARIEDADES MEJORADAS

En la Estación Experimental "Santa Catalina" del INIAP, se está multiplicando al momento semilla de cuatro variedades de fréjol, siendo estas dos volubles y las otras dos de tipo arbustivo.

En el caso de lenteja, tan solo se cuenta con una variedad de color amarillo crema, variedad de características de precocidad, denominada INIAP-406.

Cabe indicar que el Departamento de Producción de Semillas del INIAP ha emprendido la multiplicación de semillas de leguminosas apenas en este año, por lo tanto se está ajustando todavía la tecnología obtenida a nivel experimental en campos de multiplicación desde el punto de vista comercial.

VII. USO DE SEMILLA MEJORADA

A. Problemática

1. Es un cultivo predominante del pequeño agricultor
2. Gran parte de la cosecha es para autoconsumo
3. El valor de la semilla representa aproximadamente 1/3 del costo de producción
4. Existe una gran diversidad de variedades locales y cada región tiene sus propios genotipos
5. Existen muchos sistemas de producción
6. Susceptibilidad de las variedades a enfermedades

B. Causas del bajo uso de semilla mejorada

1. Costo de la semilla
2. Tecnología desconocida
3. Variedad conocida (lo que ellos usan)
4. Guardando la semilla, tendría a la mano en el momento oportuno que la necesite

5. Adaptación
6. Su semilla puede ser buena
7. Riesgos de usar semilla desconocida
8. Disponibilidad de semilla mejorada
9. Comercialización
10. Falta de crédito y asistencia técnica.

VIII. ALTERNATIVAS PARA PRODUCCION DE SEMILLA

1. El propio agricultor
 - Trabajar con su propia semilla
 - Enseñarle a seleccionar las mejores plantas
 - Controlar enfermedades transmisibles por semilla
 - Recomendar forma de cosecha, secado y trilla
 - Epoca de selección de semilla
 - Asesorarlo en la mejor forma de almacenamiento
 - Pruebas de germinación
2. Agricultores semilleristas
 - Uso de variedades mejoradas
 - Seleccionar agricultores semilleristas
3. Disponibilidad permanente de semilla mejorada
4. Proporcionar asesoría técnica
5. Disponibilidad de un servicio de beneficio de la semilla
6. Apoyo logístico en la comercialización de la semilla
7. Crédito para producción, beneficio y comercialización
8. Capacitación a técnicos y agricultores
9. Establecer standares de calidad realistas y alcanzables

IX. RECOMENDACIONES PARA LA PRODUCCION DE SEMILLAS

1. Uso de semilla de buena calidad
2. Selección de la zona y fecha de siembra
3. Selección del lote o parcela
4. Procurar siembras más distanciadas
5. Prácticas culturales apropiadas
6. Eliminar plantas fuera de tipo
7. Cosecha oportuna

8. Trilla, limpieza y selección en la finca o planta de beneficio
9. Almacenamiento de semilla tratada
10. Realizar pruebas de calidad

BIBLIOGRAFIA

1. DOUGLAS, J. (ed.) 1982. *Programas exitosos de semillas. Guía para su planeación y manejo.* Cali, Colombia, CIAT.
2. POLANIA, F. 1985. *Producción de semillas.* In: *Curso sobre metodología de producción de semillas de leguminosas.* INIAP-FAO, Quito, Ecuador, p. 37-42.
3. POLANIA, F. 1985. *Principios de producción de semilla para ser utilizados con el pequeño agricultor.* In: *Curso sobre metodología de producción de semillas de leguminosas.* INIAP-FAO, Quito, Ecuador, p. 19-23.
4. VILLASIS, C. 1983. *Producción de semillas de leguminosas de grano.* En: *Primer curso internacional en tecnología de semillas de cultivos de la Zona Andina.* INIAP-PNS-FAO-Noruega, Quito, Ecuador.

**PUBLICACIONES EN AMERICA DEL SUR Y SU INTERCAMBIO
(HABA, LENTEJA, ARVEJA Y GARBANZO)**

Gabriel Bascur Bascur *

El grupo de especies de leguminosas de grano consideradas en este curso (haba, lenteja, arveja y garbanzo), se puede decir que no han tenido la atención y preocupación, en cuanto a su divulgación técnica, comparados con otros cultivos en América del Sur.

Esta apreciación es una situación general para la mayoría de los países donde estos cultivos no tienen mayor incidencia en la producción agrícola o no son considerados importantes por las condiciones en que se desarrollan, áreas marginales o por su baja productividad.

Una manera de poder visualizar este interés que pueda existir en un determinado país por alguno de estos cultivos, es a través del establecimiento de programas de investigación y consecuentemente la existencia o generación de publicaciones va a depender en gran medida de esta situación.

Al hacer un análisis de los países sudamericanos que se han preocupado y han podido seguir un programa de investigación con cierta trayectoria, estabilidad y continuidad en el tiempo, se llega a la conclusión de que no son más de dos o tres.

Además se debe considerar de que no todos los países presentan el mismo interés por todas las especies de leguminosas de grano o alimenticias. Por esta razón, se da el caso que en algunos países exista una cierta investigación en una o dos especies y el resto sea totalmente desconocido.

Esta gran variabilidad que existe en los países de nuestra área en relación a los intereses de la investigación, hace que se dificulte el conocimiento de la existencia de publicaciones en determinadas especies a nivel de países.

Si además tenemos presente que solamente en estos últimos cinco años se ha dejado ver un mayor interés de muchos países por iniciar trabajos de investigación, nos encontra-

* *Ing. Agr., M.Sc., Líder Nacional Programa Leguminosas de Grano, Estación Experimental La Platina, INIA, Santiago, Chile.*

mos con que la mayoría de los programas son muy jóvenes o están en una fase de inicio, por lo que la generación de publicaciones es muy baja o todavía inexistente.

Si consideramos la existencia del programa de investigación como indicador del interés por algunas de las especies de leguminosas de grano y consecuentemente la posibilidad de ubicar publicaciones, se tiene la situación a nivel de América del Sur que se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Países sudamericanos que desarrollan investigación en haba, lenteja, arveja y garbanzo. 1988.

PAIS	ESPECIES	INSTITUCION
Argentina	Arveja, lenteja, garbanzo	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA.
Bolivia	Haba	Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani.
Brasil	Arveja, lenteja, garbanzo (*)	Centro Nacional de Pesquisa de Hortícolas CNPH-EMBRAPA, Universidad Federal de Santa María UFSM.
Chile	Arveja, lenteja, garbanzo	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Universidad Austral de Chile, Universidad de Chile.
Colombia	Arveja, haba, garbanzo*, lenteja*	Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.
Ecuador	Arveja, haba, lenteja*	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Universidad Central del Ecuador.
Paraguay	_____	_____
Perú	Haba, garbanzo, arveja, lenteja	Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA), Universidad Nacional Agraria La Molina, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
Uruguay	_____	_____
Venezuela	_____	_____

* Recientemente iniciado.

La mayoría de estos programas de investigación son de pequeña magnitud, normalmente con presupuestos reducidos, lo que no les permite hacer una investigación continua y proyectada en el tiempo.

A partir del año 1980, distintos organismos internacionales establecieron programas cooperativos y uno de los objetivos es contribuir a un mayor conocimiento de la investigación que se realiza en América del Sur a través de un intercambio, tanto a nivel técnico como de "información existente" en los distintos países.

Es así como en la actualidad y para las especies que en estos momentos nos interesan están en vigencia los siguientes programas cooperativos:

1. Red de Cooperación Técnica en Producción de Cultivos Alimenticios, Sub-Región del Cono Sur auspiciada por FAO.

Participantes: Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay.

Especies: Lenteja, arveja, garbanzo.

2. Programa Cooperativo Subregional de Producción de Leguminosas Alimenticias de los Países Andinos auspiciados por FAO.

Participantes: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela.

Especies: Arveja, garbanzo, haba, lenteja.

3. Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina (PROCIANDINO) auspiciado por BID/IICA.

Participantes: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela.

Especies: Frijol, haba, arveja, lenteja.

Como se puede apreciar, prácticamente todos los países de América del Sur están incorporados en alguno de estos programas. Esta situación ha facilitado en gran medida el intercambio de publicaciones a nivel de técnicos dentro de cada programa.

La cantidad de publicaciones o información disponible en las distintas especies es muy variable y depende en gran medida de la trayectoria de los programas de investigación.

Esta información puede estar contenida en distintos tipos de documentos tales como:

- a) Informes Técnicos de Proyectos Específicos que normalmente son de circulación restringida y no son enviados a los Centros de Información o bibliotecas.

Normalmente, esta información queda fuera de toda posibilidad de ser ubicada, a no ser a través de un contacto directo con los autores.

- b) Boletines divulgativos, hojas divulgativas, desplegados o cualquier forma que contenga alguna información técnica publicada por alguna institución, departamento, estación experimental o universidad, son difíciles de obtener debido a que son utilizadas para actividades de transferencia de tecnología y, por lo tanto, tampoco llegan a los centros de información o no están considerados dentro del sistema de canje que existe entre las instituciones.
- c) Informes de congresos, conferencias nacionales e internacionales, reuniones técnicas, cursos, etc., que solamente son entregados a los participantes en los eventos y en muy pocos casos son enviados a los centros de información para que puedan ser dados a conocer.
- d) Información en publicaciones periódicas, es la más difundida ya que corresponde a revistas científicas o técnicas que tienen una amplia distribución por distintos mecanismos. Estas publicaciones son las más fáciles de ubicar y conseguir.
- e) Otros tipos de difusión de información técnica es a través de medios audiovisuales como el caso de audiotutoriales y videos.

Sistemas de intercambio

En la actualidad existen varias maneras de realizar un intercambio de publicaciones.

1. A nivel personal: cuando existe un conocimiento de las personas que trabajan en una determinada línea de investigación. Es una buena alternativa a nivel interno de un país o cuando se está integrado a algún programa cooperativo. Las instituciones coordinadoras de este programa se encargan de fomentar este intercambio en forma directa o por difusión de directorios de investigadores.
2. A nivel institucional: las instituciones que editan alguna publicación de preferencia del tipo periódica, normalmente lo hace a través del canje y posteriormente lo dan a conocer mediante distintos sistemas a sus usuarios.
3. A nivel de organismos internacionales: existen algunos organismos internacionales que tienen dentro de sus objetivos la difusión y divulgación de la información técnica publicada en tópicos específicos, así como también la recolección de la información.

Para el caso de algunas especies de las leguminosas de grano se pueden mencionar

los siguientes sistemas:

- a) **Elaboración de bibliografías especializadas:** consiste en una recopilación de citas bibliográficas y su posterior distribución a los usuarios. Principalmente es una responsabilidad que han tomado los Centros Internacionales. Para el caso de garbanzo existen dos bibliografías editadas por ICRISAT e ICARDA y una en haba de ICARDA:
 - Chickpea Bibliography 1930 to 1974
 - An annotated bibliography of chickpea genetics and breeding 1915-1983
 - Faba Bean in Agris 1975-1985
- b) **Páginas de contenido:** incluyen una reproducción total del índice de contenido de las más importantes revistas periódicas. También son responsabilidad de Centros Internacionales.
- c) **Catálogos de publicaciones:** incluyen un análisis de las últimas publicaciones editadas por algún organismo internacional.
- d) **Resúmenes analíticos o abstracts:** incluyen citas bibliográficas acompañadas de un resumen del tema. Para el caso de lenteja existe el "Lentil Abstracts" y el "Faba Bean Abstracts" para haba, ambas publicadas por ICARDA.
- e) **Publicaciones específicas:** son del tipo periódica pero especializadas por especie e incluyen artículos científicos de poca extensión. Es el caso de:
 - LENS en lenteja, ICARDA - IDRC
 - FABIS en haba, ICARDA
 - CHICKPEA NEWSLETTER, en garbanzo, ICRISAT
- f) **Índices agrícolas:** corresponden a grandes recopilaciones de cualquier tipo de información relacionada con algún rubro agrícola. En general corresponden a redes de información donde participan un gran número de países que son los encargados de alimentar el sistema.

En la actualidad, son dos los más importantes:

- AGRINTER del IICA
- AGRINDEX de FAO

La mayoría de los países sudamericanos están cubiertos por cualquiera de estos dos sistemas y están vinculados a través de las bibliotecas agrícolas más importantes de cada país y, por lo tanto, la mayoría de las publicaciones generadas en la actualidad están siendo divulgadas por cualquiera de los mecanismos descritos anteriormente.

Finalmente, de los países sudamericanos, los que más han generado publicaciones en las especies consideradas son los siguientes:

Argentina:	arveja, lenteja
Chile:	lenteja, garbanzo, arveja
Colombia:	arveja, haba
Perú, Bolivia:	haba

Además, los países sudamericanos que están integrados al sistema de índices agrícolas son:

AGRINTER: todos donde tiene sede el IICA
AGRINDEX: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

Esta cobertura permite que cualquier investigador de Sudamérica puede tener acceso a toda la información existente, ya sea a nivel americano como mundial y, lo que es más importante, puede solicitar una búsqueda retrospectiva de información en algún tópico especial.

DISCURSO DE BIENVENIDA

Por:

Ing. Pablo Larrea H.
Director General del INIAP, Ecuador

Nos encontramos reunidos quienes estamos interactuando en el sector agropecuario de los países de la Subregión Andina, convocados nuevamente por el PROCIANDINO; en esta oportunidad, para abordar el tema de la investigación para la producción de haba, lenteja, arveja y garbanzo.

Nos complace poder cumplir con el compromiso que se impuso el Ecuador, para ser contraparte de Colombia en la organización de este Evento, porque estamos convencidos de los beneficios que se obtienen de este tipo de actividades técnicas, más aún cuando el sector agropecuario ecuatoriano ha comenzado a interesarse por desarrollar cultivos no tradicionales desde el punto de vista de su mercado externo.

Tratar el tema de las Leguminosas de Grano Comestible resulta de mayor interés aún, porque en Ecuador, precisamos retomar algunas costumbres alimenticias ricas en proteínas, que hemos abandonado paulatinamente para sustituirlas por algunos alimentos elaborados que aportan deficientemente a los requerimientos nutricionales de nuestra población.

Como ejecutores del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina, desde el INIAP hemos podido observar la participación activa y en conjunto de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela en el Plan de Trabajo que soberanamente decidieron llevar adelante en el campo de las Leguminosas de Grano Comestible, Maíz, Papa y Oleaginosas de Uso Alimenticio. Se están obteniendo resultados positivos y nuestros empeños de cooperación horizontal van evidenciándose más claramente, pues tienen el soporte fundamental de la voluntad de los países por ayudarse mutuamente a través del PROCIANDINO.

Este Programa Cooperativo, que cuenta con el respaldo del Instituto Inter-

americano de Cooperación para la Agricultura y del Banco Interamericano de Desarrollo, con el aval de los Gobiernos de los países de la Subregión Andina y con el incondicional apoyo de los Centros Internacionales de Investigación: CIAT, CIMMYT y CIP, ha logrado traspasar lo que podría calificarse como límite territorial, para buscar contacto con otros organismos especializados que estén en capacidad de ofrecernos nuevos conocimientos y adelantos científicos logrados, para conseguir una mayor producción y productividad. El PROCANDINO entonces, nos ha posibilitado para la Subregión Andina la presencia del ICARDA, cuya sede está en Siria, y la presencia también del INIA de Chile. Con la colaboración de los científicos del ICARDA, tendremos la oportunidad de revisar el panorama mundial en la investigación de Leguminosas Comestibles; y, con el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile, podremos comparar el grado de adelanto que en esta materia tiene la Subregión Andina en relación con el resto de Latinoamérica.

Para el Ecuador es muy placentero contar con la presencia de tan valioso elemento humano.

El concurso de técnicos bolivianos, colombianos, peruanos, venezolanos y ecuatorianos, además de permitirnos cumplir con el propósito cooperativo en materia de investigación agrícola, dará especial significación a este Curso porque será una oportunidad excepcional para definir, a partir de un diagnóstico de los cultivos, las metas de producción y estrategias que deben adoptarse para que la población de nuestros países, que está afectada por un alto índice de desnutrición, tenga en las leguminosas una fuente alimenticia de fácil acceso.

Señores cursantes e instructores, la programación que han de cumplir en las dos semanas que estarán reunidos tanto aquí en Quito como en la ciudad de Pasto, es lo suficientemente específica y estará sujeta a una metodología de trabajo que hará posible un máximo aprovechamiento del tiempo disponible, de tal manera que a su finalización todos se sientan satisfechos de los resultados alcanzados.

Al darles la más cordial bienvenida a Ecuador y a esta instancia de trabajo, me permito expresarles nuestro afecto y la confianza que tenemos en vuestra capacidad intelectual y cívica, para cumplir con los objetivos que nos hemos propuesto con este Curso y para responder eficientemente al esfuerzo desplegado.

Gracias.

PALABRAS ALUSIVAS

Por:

Dr. Víctor Palma
Director del PROCIANDINO

Atendiendo una antigua aspiración de los profesionales y de las Instituciones Nacionales de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria, en marzo de 1986, los Gobiernos de las Repúblicas de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela y el IICA, por una parte, y el BID, por otra, suscribieron el Convenio de Cooperación Técnica no Reembolsable que creó el PROCIANDINO.

Los objetivos principales del PROCIANDINO son:

1. Fortalecer la capacidad y la calidad de la Investigación Agrícola en los países participantes, a través de la activa cooperación entre estos países, con el fin de mejorar la producción y la productividad agrícola en los mismos.
2. Institucionalizar mecanismos de cooperación técnica entre los países participantes para el aprovechamiento de la tecnología y recursos disponibles en la investigación, con la finalidad que los países puedan, por sí solos en el futuro, continuar las actividades de cooperación recíproca iniciadas durante el Programa.

El PROCIANDINO tiene su sede en la ciudad de Quito. Inició sus actividades en el mes de abril de 1987, y su ejecución está prevista para una duración de tres años. Las Entidades Ejecutoras del Convenio son las Instituciones Nacionales de Investigación y Transferencia de Tecnología de los Países de la Subregión Andina: IBTA en Bolivia, ICA en Colombia, INIAP en Ecuador, INIAA en Perú y FONAIAP en Venezuela.

Este Programa Cooperativo con cuatro subprogramas: Leguminosas (frijol, arveja, lenteja y haba); Maíz, Papa; y, Oleaginosas (soya, ajonjolí, girasol, maní y palma africana). A estos subprogramas se suma el Componente de Transferen-

cia de Tecnología y Comunicación.

Por el Convenio, IICA es la Agencia Administradora del PROCIANDINO y además tiene una activa participación en los aspectos técnicos y financieros del Programa.

Los Centros Internacionales de Investigación Agrícola localizados en América Latina: CIAT, CIMMYT y CIP también han comprometido su cooperación en las actividades relacionadas con Leguminosas, Maíz y Papa, respectivamente. También la Junta del Acuerdo de Cartagena participa con una representación en el más alto nivel directivo del Programa.

El costo total del Programa es de US\$ 3'800.000, de los cuales el BID aporta US\$ 2'300.000, el IICA US\$ 275.000; y, los gobiernos de los países de la Subregión Andina contribuyen en conjunto con US\$ 1'225.000.

Considero oportuno señalar que, hasta el 31 de marzo de 1988, fecha en que se cumplió el Primer Año de Ejecución del PROCIANDINO, se ha realizado un total de 109 eventos, con los que se ha ejecutado el 35.5% del total de los eventos programados para los tres años, beneficiando directamente a más de 320 profesionales de los cinco países de la Subregión.

En septiembre de 1988 se realizará la Evaluación de Medio Período del PROCIANDINO, a través de una Misión Externa que visitará los cinco países, verificará el proceso de ejecución del Programa en sus aspectos técnicos, administrativos y financieros, así como el grado de avance en la cooperación recíproca y en la transferencia horizontal de conocimientos y tecnologías. Con base en sus observaciones, esta Misión presentará las recomendaciones necesarias para perfeccionar la programación y ejecución de las actividades para la segunda mitad del Programa.

Independientemente de esta evaluación podemos señalar, sin temor a equivocarnos, que los efectos de la acción cooperativa del PROCIANDINO han comenzado a evidenciarse no solamente en el ámbito de las instituciones nacionales de investigación, que por ser las ejecutoras del Programa están directamente vinculadas con este. A partir de los diferentes eventos, las relaciones de los Centros Internacionales participantes se han intensificado notablemente y los beneficios

recibidos han sido y serán mayores y más específicos; pero además se ha logrado un especial poder de convocatoria y participación institucional, en función de una acción coordinada con entidades públicas y privadas que trabajan para el sector agropecuario. Asimismo, se han logrado óptimas relaciones y valiosa ayuda de instituciones de países de fuera de la Subregión Andina y aún de otros continentes, como es el caso de EMBRAPA-Brasil, INTA-Argentina, INIA-Chile, INIFAP-México, ICTA-Guatemala e ICARDA-Siria.

El Curso Internacional sobre Leguminosas que hoy se inicia es un ejemplo de esta cooperación institucional, pues en él se cuenta con la colaboración del Instituto de Investigación Agropecuaria de Chile, del CIAT y del ICARDA. De los catorce cursos programados, el presente es el segundo que se realiza en los países de la Subregión. Este año será pródigo en este tipo de eventos, pues en los cinco países PROCIANDINO promoverá la realización de un total de diez cursos internacionales.

En la Subregión Andina, las leguminosas de grano comestible ocupan un sitio preponderante en la dieta de las poblaciones rurales y urbanas. La superficie cultivada con leguminosas es bastante expresiva; por ejemplo, con frijol se cultivan anualmente en la Subregión más de 280.000 ha, con haba más de 60.000 ha, y con arveja más de 80.000 ha. Sin embargo, se reconoce que el potencial de producción es bastante mayor que lo que indican las cifras mencionadas; por lo mismo, este Curso se reviste de una particular importancia puesto que analizará en profundidad la situación de la investigación en algunas leguminosas comestibles con la finalidad de promover e incentivar su producción y consumo en los países andinos.

Estas y otras consideraciones muestran el enorme potencial que tiene el PROCIANDINO para promover la acción conjunta de los países involucrados en lo que se refiere a la investigación cooperativa y a la transferencia horizontal de conocimientos y tecnología agropecuaria. Entre las iniciativas integradoras de la Subregión, el esfuerzo que ya ha iniciado el PROCIANDINO, constituye, aunque en escala relativamente pequeña, una importante instancia integradora y un ejemplo digno de ser emulado por otros sectores económicos de la Subregión. Además de promover la integración subregional, también ofrece una plataforma común para la generación o adaptación de la tecnología más adecuada para los países andinos.

Las expectativas que se han generado en relación a este curso internacional son, con toda justicia, muy grandes. Asimismo, es fácil comprender que los costos directos e indirectos para la organización y realización de este curso son bastante elevados, por lo que, desde ya, se espera una dedicada y decidida colaboración de todos los profesionales participantes. Hacemos votos para que este mensaje sea debidamente recibido y aceptado, de manera que al final del curso, después de una activa participación y entrega, los profesionales regresen a sus países con la satisfacción de haberse capacitado personalmente, y de haber contribuido a los objetivos del PROCIANDINO, hacia la búsqueda permanente del mejor entendimiento en pro de la cooperación recíproca.

Gracias.

PALABRAS ALUSIVAS

Por:

Dr. Jaime Román, Sr.

Representante de la Oficina del IICA en Ecuador

Las experiencias en América Latina y el Caribe en lo que se refiere a redes de intercambio de información, investigación y transferencia de tecnología y coordinación internacional de actividades en temas específicos, indican claramente que las mismas son un mecanismo muy efectivo para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. Esto es particularmente cierto para el caso de los países relativamente más pequeños que no pueden por sí solos hacer frente a todas sus necesidades tecnológicas.

Esta premisa ha sido debidamente reconocida y recogida dentro del Plan de Mediano Plazo (1987 - 1991) del IICA, que se encuentra en plena ejecución, y que oportunamente fue aprobado por la Junta Interamericana de Agricultura. Por otra parte, la Novena Conferencia Interamericana de Ministros de Agricultura, internacionalmente conocida como CIMA, en su reunión de Ottawa, Canadá, en septiembre de 1987, recomendó que se continúen e incrementen los esfuerzos encaminados a explotar oportunidades de cooperación horizontal en el campo científico y tecnológico.

Específicamente, la Novena CIMA hizo un llamado a los organismos financieros internacionales, y al BID en particular, para que continúen su apoyo estableciendo mecanismos de financiamiento más flexibles y de largo plazo que faciliten el desarrollo y la institucionalización de los esfuerzos de cooperación horizontal, de manera que los países vayan asumiendo paulatinamente la responsabilidad financiera de los mismos.

Al IICA, en cambio, la Novena CIMA recomendó que, en su calidad de organismo especializado en agricultura del Sistema Interamericano, continúe sus acciones relacionadas con la cooperación técnica horizontal y la transferencia internacional de información y tecnología.

Consecuente con los mandatos, tanto de la Junta Interamericana de Agricultura como de la CIMA, nosotros en el IICA, a través de nuestro Programa sobre Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria, estamos llevando a cabo esfuerzos sostenidos para la realización de Programas Cooperativos Subregionales en el ámbito de la tecnología agropecuaria. Con la experiencia ya ganada en la administración del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur-PROCISUR, que viene funcionando desde 1980 y que ya está cumpliendo su segundo período de ejecución, el IICA se comprometió con los países de la Subregión Andina a administrar técnica y financieramente el Programa Cooperativo de Investigación Agrícola conocido como PROCIANDINO. Hemos también asumido el compromiso de organizar y administrar en un futuro muy cercano el Programa Cooperativo para América Central - PROCICENTRAL, y más adelante el Programa Cooperativo para la Región del Caribe - PROCICARIBE.

En las etapas iniciales de la negociación del PROCIANDINO, el gobierno del Ecuador tuvo a bien solicitar la sede de este Programa Cooperativo. La Representación del IICA en el Ecuador acogió físicamente la sede del PROCIANDINO, la cual funciona en sus oficinas desde septiembre de 1986. Desde Quito, nosotros administramos todas las actividades y operaciones que el PROCIANDINO realiza en los países de la Subregión. Cuenta para esto con el apoyo incondicional de las Representaciones de Bolivia, Colombia, Perú y Venezuela, así como de diversas dependencias de nuestra Sede Central en Costa Rica. En casos especiales, otras Representaciones del IICA en el Continente, como las de Argentina, Brasil, Chile, Guatemala y México, han prestado gustosamente su colaboración al PROCIANDINO, lo que en última instancia significa cooperar con las propias instituciones nacionales de investigación de los países de la Subregión dentro de los rubros contemplados en este importantísimo Programa.

El IICA como un todo, y la Representación en Ecuador particularmente, ha visto con mucho agrado la excelencia que va alcanzando la cooperación horizontal entre los países de la Subregión Andina; no solamente porque a través de una cuantificación de eventos de la que nos habló el Director del PROCIANDINO, puede evidenciarse un beneficio directo a cientos de profesionales, sino también porque hemos observado como se ha ido creando un claro interés de participación activa de los diversos sectores públicos y privados que ven en la transferencia de tecnología e información agrícola y en la ejecución conjunta de proyectos específicos de investigación, una posibilidad de mayor y más rápido desarrollo

en beneficio de todos.

Nos complace participar y colaborar en este tipo de eventos, porque, somos testigos de excepción que las conclusiones y recomendaciones que emanan de los participantes, se convierten en herramientas de trabajo muy útiles a nivel nacional que posibilitan la realización de nuevos eventos, más específicos, dependiendo del interés particular y soberano de cada país. Ahora, en este Curso, nos complace enormemente ver que hemos logrado un definitivo acercamiento con el ICARDA y con el INIA de Chile, lo que confirma una vez más que nuestro plan de trabajo, además de objetivo, nos traza un claro camino hacia una cooperación armónica que, por la racionalidad de sus planteamientos, encuentra invariablemente respuestas inmediatas y positivas.

Al sumarse a la calurosa bienvenida que les fue ofrecida por el Señor Director General del INIAP, que es también Vicepresidente de la Comisión Directiva del PROCANDINO, les deseo, señores cursantes, el más rotundo de los éxitos. Creo firmemente que a través de estos cursos y del trabajo que realizan, son ustedes los pilares fundamentales del desarrollo sostenido que denodadamente desean alcanzar los países de la Subregión Andina.

Gracias.

DISCURSO DE INAUGURACION

Por:

Lic. Iván Restrepo

Subsecretario de Agricultura de la Sierra en Ecuador

Los centros internacionales de investigación agrícola instalados en América Latina: Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo-CIMMYT, y Centro Internacional de la Papa-CIP, prestan capacitación científica y asistencia técnica a las instituciones nacionales de investigación agropecuaria para mejorar la producción y productividad de los cultivos básicos: leguminosas de grano comestible, maíz, trigo y papa, respectivamente.

Las instituciones nacionales de investigación agropecuaria de los países, por su parte, han logrado generar alternativas tecnológicas y variedades de especies que ya probadas en distintas zonas ecológicas, han propiciado un ostensible aumento de la productividad y un mejoramiento de las condiciones de vida de los agricultores.

Los logros alcanzados por las diferentes instituciones de investigación de los países de la Subregión Andina, han requerido de grandes esfuerzos económicos de los gobiernos; sin embargo, en varias ocasiones algunos estudios no han considerado la tecnología que ya existe en los países y centros de investigación; esta falta de información ha provocado una pérdida de tiempo y dinero. Para evitar este desperdicio de recursos y esfuerzos se han implementado redes en cooperación y de información y programas específicos que canalicen de manera sostenida y adecuada el intercambio de experiencias e información.

Puesto que los esfuerzos aislados no rinden los frutos que deseáramos, el Gobierno ecuatoriano vio positiva la propuesta y suscribió en 1986 el Convenio para la creación del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina-PROCIANDINO y solicitó la sede del mismo.

El PROCIANDINO en solamente un año de funcionamiento, ha logrado ir trazando un panorama cooperativo muy atractivo para Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela y ha ofrecido la oportunidad para que varios técnicos del sector agropecuario de los países de la Subregión Andina, puedan capacitarse, intercambiar ideas y experiencias, involucrarse en proyectos de investigación comunes a sus intereses e implementar esa acción cooperativa de la que hemos hablado.

La acción del PROCIANDINO ha trascendido las fronteras subregionales logrando una suerte de intercambio con Brasil, Argentina, México y ahora con Chile; pero además, debemos agradecer y felicitar las gestiones exitosas realizadas por este Programa Cooperativo para reafirmar el acercamiento con el ICARDA, centro internacional cuya sede está en Siria y que para este curso nos ha concedido su apoyo a través de dos expertos de reconocido prestigio mundial. De esta manera, el ICARDA se vincula de manera definitiva y en forma directa con la Subregión Andina, lo que nos garantiza que nuestros conocimientos y experiencias se verán enriquecidos.

El PROCIANDINO constituye para el Ecuador no solamente un mecanismo de apoyo a las necesidades de capacitación e intercambio; resulta un ente que está colaborando oportuna y eficientemente en lo que significan las aspiraciones del sector agropecuario en los cultivos no tradicionales como las leguminosas de grano comestible, que ahora nos convocan a este curso.

Con este evento técnico, tendremos también entre otras, la oportunidad de compartir experiencias con Colombia en este complejo pero apasionante mundo de los sistemas de producción con leguminosas comestibles que los pequeños agricultores de nuestros países han venido experimentando por sí mismos para aprovechar en forma óptima la poca extensión de terreno de que disponen. Probablemente, de observar los sistemas de producción generados por estos agricultores, obtendremos experiencias positivas que nos sirvan para incorporarlas a las alternativas tecnológicas que precisamos transmitir a un mayor número de productores comprometidos con la generación de alimentos.

Colombia es también la otra parte organizadora de este curso y nos complace compartir una experiencia binacional más de esta naturaleza en apoyo de los demás países de la Subregión, lo que confirma que la acción cooperativa es perfectamente factible.

Este curso también enriquecerá las experiencias de Bolivia, Perú y Venezuela que dentro del marco del PROCIANDINO han destacado investigadores líderes en sus respectivos países.

Concientes de que la agricultura no tiene fronteras, los viceministros de área, reunidos en Quito, recomendaron buscar la institucionalización del PROCIANDINO por ser una modalidad de trabajo donde no cabe otro interés que no sea el de conseguir más alimentos cada día; los Ministros de agricultura ratificaron en la ciudad de Lima la recomendación de Quito y, ahora, los gobiernos de la Subregión tenemos el claro mandato de buscar para este Programa Cooperativo las acciones más viables que permitan su prolongación más allá de los tres años para los cuales fue creado.

Los centros internacionales de investigación, han tenido un papel fundamental y su cooperación tanto a nivel nacional como a través del PROCIANDINO serán reconocidas cuando hayamos logrado un concierto en la producción; superar nuestras propias necesidades alimenticias no es un sueño si consideramos que estamos obligados a trabajar arduamente para alimentar a una población que muchas veces crece a un ritmo mayor que la cantidad de alimentos que podemos producir.

Las leguminosas resultan necesarias y son irrenunciables para la canasta familiar por el alto grado de proteína que proporcionan; por ello, para producir las se necesitan líderes, investigadores y científicos que no pierdan la mira en este objetivo.

Al inaugurar el evento, expreso los mejores deseos porque la capacitación que se obtenga del curso y los esfuerzos que el realizarlo han significado, sean aprovechados al máximo en cada circunstancia.

CEREMONIA DE CLAUSURA

**Palabras del Dr. Guillermo Hernández-Bravo
Coordinador Internacional del Subprograma de Leguminosas de Grano
del PROCIANDINO**

Es para mí un gran honor saludarles y tener la oportunidad de dirigirles la palabra en este "I Curso Internacional de Investigación para la Producción de Haba, Lenteja, Arveja y Garbanzo en la Subregión Andina", que hoy finaliza.

En mi concepto, se han cumplido ampliamente los objetivos principales que fueron fijados para el desarrollo de este Curso, gracias a la dedicación y esfuerzo de cada uno de los profesionales procedentes de los cinco países de la Subregión y a la excelencia del grupo de instructores que nos brindaron su apoyo en este evento.

Todos los participantes hemos logrado tener un mayor conocimiento sobre los adelantos de investigación que se han obtenido en estos cultivos, tanto en los Institutos Nacionales de la propia Subregión como en otros Centros e Institutos fuera de la Subregión.

Se ha tenido la oportunidad de conocer y analizar nuevas tecnologías de producción y sus metodologías para poder desarrollar nuevas variedades, para obtener aumentos en la producción a través de un mejor manejo de las prácticas agronómicas y de producción de semilla. En forma adicional, se ha logrado un intercambio horizontal de experiencias y de apoyo tecnológico entre los representantes de los siete países que intervinieron en el curso. Todos los científicos presentes aquí, han podido conocerse ampliamente, lo cual ha facilitado establecer compromisos bilaterales y regionales sobre cooperación tecnológica.

Hemos tenido oportunidad de interactuar y dejar por escrito planes de colaboración con otras instituciones de investigación como el ICARDA de Siria y el INIA de Chile.

En el caso particular del Centro Internacional ICARDA, se acordaron y programaron acciones de apoyo en investigaciones y capacitación a partir de

1989.

En nombre de todo el equipo técnico del Subprograma Leguminosas de Grano del PROCIANDINO, deseo expresar un sincero agradecimiento a los directos del INIAP de Ecuador, a los directivos del ICA de Colombia, a los científicos de los Centros Internacionales ICARDA y CIAT, así como del INIA de Chile; y a todos los participantes de la Subregión Andina, por todo su apoyo, colaboración y empeño que fue proporcionado para que este curso se desarrollará con todo éxito.

Gracias.

CEREMONIA DE CLAUSURA

Palabras del Dr. Saúl E. Camacho B.
Director del Centro Nacional de Investigación Palmira

El señor Gerente General del Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, doctor Gabriel Montes Llamas, por conducto del Subgerente de Investigación doctor Enrique Alarcón, y el Gerente Regional Nº 5 doctor Manuel Jesús Ocampo C., me han encomendado que los represente en la Clausura de este "I Curso Internacional para la Producción de Haba, Lenteja, Arveja y Garbanzo", organizado bajo los auspicios del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA y del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina-PROCIANDINO, de los Institutos Internacionales, Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT y el Centro Internacional para la Investigación Agrícola en Zonas Áridas ICARDA, así como las Instituciones Nacionales, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador-INIAP y el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA.

Un distinguido grupo de técnicos provenientes de cinco países recibió información e intercambió experiencias sobre investigación en esos cultivos. Un taller como estos es una actividad importante de transferencia de tecnología que traspasa las barreras nacionales. Esta es una de las formas de compartir conocimientos para beneficiar los campesinos en los campos y los habitantes de las ciudades, a este y al otro lado de las fronteras.

El costo envuelto en la realización de este Curso-Taller ha sido alto. No se han ahorrado esfuerzos en traer los científicos mejor informados del mundo. Este hecho es bien significativo y me gustaría invitarlos a reflexionar sobre esto: por qué un gasto tan grande para hablar sobre investigación para la producción de haba, lenteja, arveja y garbanzo?. La respuesta puede tener muchos matices, pero el más importante quizá está en la comprensión de la complejidad de la tecnología y de su transferencia, que han tenido los organizadores. Algunos círculos tienden a asumir actitudes muy simplistas acerca de la investigación agropecuaria y la transferencia de sus resultados. Sin embargo, como lo han advertido los organizadores de este evento, es mucho más compleja y más costosa de lo que muchos creen.

Los criterios ha considerarse en la selección de una variedad, las prácticas de manejo de las semillas, de la preparación del suelo, de la siembra y establecimiento de una población adecuada, el manejo de malezas, plagas y enfermedades, la cosecha, post-cosecha y mercadeo, la rotación y asocio con otros cultivos, y muchos otros que se me escapan, son elementos de la tecnología de un cultivo. La transferencia de esa tecnología al productor incluye otro número de elementos a considerarse, convirtiendo así el programa de generación y transferencia de tecnología en algo verdaderamente complejo. Y cuando se quieren hacer bien esas actividades resultan aparentemente costosas. Pero cuando se comparan con los beneficios obtenidos se aprecia que es una buena inversión.

Conviene destacar aquí el trabajo de integración de investigación y transferencia que ha desarrollado el Centro Experimental Obonuco con los extensionistas de Desarrollo Rural en las zonas de pequeños agricultores de Ipiales y otras regiones del Departamento de Nariño. Gracias a ese esfuerzo ha sido posible alcanzar aumentos significativos en la producción de leche, pasando de 80.000 a 350.000 litros diarios. La producción de frijol también se ha visto aumentada significativamente. Todo esto gracias al concurso de numerosas personas y a la vinculación del agricultor o productor como probador final de tecnología.

A nombre del Instituto Colombiano Agropecuario presento mis mejores agradecimientos a las beneméritas instituciones internacionales y extranjeras que han cooperado en este curso. A los asistentes les deseo los mejores éxitos en su trabajo al regresar a sus respectivos países. En Colombia quedan amigos permanentes. En alguna parte nos volveremos a encontrar.

Gracias.

**I CURSO INTERNACIONAL INTENSIVO DE INVESTIGACION PARA LA PRODUCCION DE
HABA, LENTEJA, ARVEJA Y GARBANZO EN LA SUBREGION ANDINA**

LISTA DE PARTICIPANTES

Nombre	Institución/dirección
1. Angulo Ramos Néstor	ICA. CRI Obonuco, Apartado 339, Pasto, Colombia, teléf. 335-32.
2. Arguello Montánes Gabriel	Convenio Colombo-Alemán. Caja Popular Cooperativa, Tunja-Boyacá, Colombia, teléf. 423-673.
3. Bada Flores Carlos	INIAA. Real Nº 507, Tambo-Huancayo, Perú.
4. Bascur Bascur Gabriel	INIA. Est. Exp. La Platina, Casilla 439/3, Santiago, Chile, teléf. 5586-061.
5. Bastidas Gilberto	ICA. CNI-Palmira, Apartado 233, Palmira, Colombia, teléf. 2-81-71.
6. Cárdenas Granja Julio	INIAP. Est. Exp. Santa Catalina, Apartado 340, Quito, Ecuador, teléf. 629-691.
7. Cardona César	CIAT. Apartado 67-13, Cali, Colombia, teléf. 67-50-50.
8. Cevallos Novoa Edmundo	INIAP. Est. Exp. Santa Catalina, Apartado 340, Quito, Ecuador, teléf. 629-691.
9. Crespo Márquez Mario	IBTA. CIF-Pairumani, Casilla 128, Cochabamba, Bolivia, teléf. 600-83.
10. Chamorro Solís Fernando	INIAP. Est. Exp. Santa Catalina, Apartado 340, Quito, Ecuador, teléf. 629-691.
11. Checa Coral Oscar	ICA. CRI-Obonuco, Apartado 339, Pasto, Colombia, teléf. 335-32.
12. Espinosa Marroquín José	INIAP. Est. Exp. Santa Catalina, Apartado 340, Quito, Ecuador, teléf. 629-691.
13. Galárraga Ortega Tomás	INIAP. Est. Exp. Santa Catalina, Apartado 340, Quito, Ecuador, teléf. 629-691.
14. García Guarniz Carlos	INIAA. Avda. España 1258, Trujillo, Perú, teléf. 31-00.
15. Garzón Catota Iván	INIAP. Est. Exp. Pichilingue, Apartado 24, Quevedo, Ecuador, teléf. 750-966.

Nombre	Institución/dirección
16. Guerrero Laureano	ICA. CNI-Tibaitatá, El Dorado, Apartado 151123, Bogotá, Colombia, teléf. 281-30-88.
17. Hernández-Bravo Guillermo	IICA. Apartado 201-A, Quito, Ecuador, teléf. 232-697.
18. Horque Ferro Roberto	INIAA. Est. Exp. Agrop. Andenes, Avda. Los Incas 1032, Cusco, Perú, teléf. 225-775.
19. Hoyos Patricia	ICA. CNI-Tibaitatá, El Dorado, Apartado 151123, Bogotá, Colombia, teléf. 281-30-88.
20. Ibrahim Habib	ICARDA. P.O.Box 5466, Aleppo, Siria.
21. Lobo Arias Mario	ICA. CRI-La Selva, Apartado 100, Río Negro, Antioquia, Colombia, teléf. 2714-875.
22. Luna A. Carlos	CIAT. Apartado 67-13, Cali, Colombia, teléf. 67-50-50.
23. Malhotra Rajindra	ICARDA. P.O.Box 5466, Aleppo, Siria.
24. Monsalve Manuel	FONAIAP. Avda. Urdaneta, Edif. MAC, Apartado 425, 5101, Mérida, Venezuela, teléf. (074) 630-090.
25. Monsalve Uribe Orlando	ICA. CRI-Obonuco, Apartado 339, Pasto, Colombia, teléf. 335-32.
26. Naranjo Sánchez Hernán	INIAP. Est. Exp. Santa Catalina, Apartado 340, Quito, Ecuador, teléf. 629-691.
27. Obando Luis	ICA. CRI-Obonuco, Apartado 339, Pasto, Colombia, teléf. 335-32.
28. Osorio Bedoya Jaime	ICA. CNI-Tibaitatá, El Dorado, Apartado 151123, Bogotá, Colombia, teléf. 2831-088 ext. 341.
29. Paredes O. Mario	INIA. Casilla 426, Chillán, Chile, teléf. 22-11-79.
30. Pinzón Zhanaula José	INIAP. Est. Exp. Santa Catalina, Apartado 340, Quito, Ecuador, teléf. 629-692.
31. Ramakrishna Bommathanahalli	IICA. Apartado 201-A, Quito, Ecuador, teléf. 232-697.
32. Rodríguez Marino	ICA. CRI-Obonuco, Apartado 339, Pasto, Colombia, teléf. 335-32.
33. Ruiz Nhora	ICA. CRI-Obonuco, Apartado 339, Pasto, Colombia, teléf. 335-32.

Nombre	Institución/dirección
34. Salas Noriega Manuel	FONAIAP. Est. Exp. Yaracuy, km. 3 vía El Rodeo, Yaritagua, Edo. Yaracuy, Venezuela, teléf. (051) 812-37.
35. Sanabria Franco Erasmo	IBTA. Calle España, Esq. Ecuador, Edf. Bolívar, Of. 302, Casilla 1503, Cochabamba, Bolivia, teléf. 210-45.
36. Sandoval L. David (*)	U.C. Salcedo 603 y El Corazón (Residencia) Quito, Ecuador, teléf. 317-031.
37. Tastaca Ramos Raúl	IBTA. Calle España, Esq. Ecuador, Edf. Bolívar, Of. 302, Casilla 1503, Cochabamba, Bolivia, teléf. 210-45.
38. Terrones Cotrina Segundo	INIAA. Est. Exp. Agropecuaria Baños del Inca, Apartado 169, Cajamarca, Perú.
39. Tobón J. Hiriam	ICA. CRI-La Selva, Apartado 100, Río Negro, Antioquia, Colombia, teléf. 271-48-75.
40. Vallejo Vallejo Carlos	MAG. Avda. Eloy Alfaro y Amazonas, Quito, Ecuador, teléf. 407-461.
41. Velandía Jorge	ICA. CNI-Tibaitatá, El Dorado, Apartado 151123, Bogotá, Colombia, teléf. 281-30-88.
42. Velásquez Z. Augusto	IBTA. Calle Grau 314 Sucre, Chuquisaca, Bolivia, teléf. 2-1930.

(*) Participó como oyente.



Levantamiento de textos y diseño
Germán Pasquel Galarza

Impresión
Taller Gráfico IICA-PROCIANDINO

Nº de ejemplares
200



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA