

IICA



PROCIANDINO

M. C. C.

BOLETIN TECNICO

Boletín Técnico N° 1
Investigación en los cultivos de
Arveja y Haba

CA:
OCIANDINO
-1
89

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA




Boletín Técnico Nº 1
Investigación en los cultivos de
Arveja y Haba

Abril, 1989

This One



DT1E-70T-D8YE 

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: Guillermo Hernández-Bravo

CITACION

IICA-BID-PROCIANDINO. 1989. Boletín Técnico
Nº 1. Investigación en los Cultivos de Arveja
y Haba. Ed. por G. Hernández-Bravo. Quito,
Ecuador. PROCIANDINO. 41 p.

IICA
PROCIANDINO
RT-7
1989

TABLA DE CONTENIDO

		<u>Página</u>
Prefacio	B. Ramakrishna IICA-PROCIANDINO	i
Presentación	Guillermo Hernández-Bravo IICA-PROCIANDINO	iii
Manejo y conservación de los recursos genéticos de arveja (<u>Pisum sativum</u>)	Mario Lobo, Clara Medina y Martha Escobar ICA, Colombia	1
Evaluación primaria y caracterización de germoplasma de arveja (<u>Pisum sativum</u>)	Clara Medina, Martha Escobar y Mario Lobo ICA, Colombia	12
Lineamientos sobre el mejoramiento genético de la arveja (<u>Pisum sativum</u>)	Mario Lobo y Emile Girard ICA, Colombia	29
El cultivo de haba en Colombia	Oscar E. Checa ICA, Colombia	34

PREFACIO

Desde el inicio de las actividades del Componente de Transferencia de Tecnología y Comunicación que apoya a los Subprogramas del PROCIANDINO, se percataba la necesidad de promover un medio para que los investigadores de la Subregión, en los cultivos de interés, mantengan un contacto estrecho y dinámico que fortalezca las relaciones recíprocas.

Obviamente, para lograr constituir un grupo uniforme de científicos de un cultivo o conjunto de cultivos, dentro del contexto del Programa Cooperativo, es necesario que tengan oportunidades de comunicarse entre sí.

La comunicación técnica escrita es el medio más comúnmente usado para mantener informado a un grupo de científicos especializados. Sin embargo, los medios de comunicación científica escrita en la Subregión Andina son escasos, a excepción de los importantes esfuerzos que hacen los Centros Internacionales de Investigación Agrícola (Ejemplo: CIAT, CIMMYT y CIP). En todo caso, se debe concebir un medio escrito científico, con propósitos claros de: evitar duplicación de esfuerzos; que sean menos costoso, flexible, que pueda sostenerse como un medio a través del tiempo, que sea participativo y, en todo caso, que cumpla la función primordial de satisfacer las necesidades y adecuarse a los cambios dinámicos que normalmente concurren en un Programa Cooperativo, como es el PROCIANDINO.

El Boletín Técnico del PROCIANDINO persigue los siguientes objetivos:

1. Constituir un medio para intercambiar la tecnología entre los países de la Subregión referente a los cultivos, áreas disciplinarias y las metodologías de transferencia de tecnología.
2. Servir como un instrumento dinámico y participativo de seguimiento y evaluación entre los investigadores y transferencistas en cuanto a los compromisos, recomendaciones y los mandatos de la Comisión Directiva.
3. Promover intercomunicaciones bilaterales y multilaterales entre los investigadores y transferencistas de manera sostenida, con el fin de fortalecer grupos científicos especializados en la Subregión Andina.
4. Reflejar y adecuar su contenido a los cambios de las prioridades, acciones prioritarias y logros de la investigación y transferencia entre los países del Convenio.

El presente Boletín Técnico Nº 1, se refiere al Subprograma I - Leguminosas de Grano, específicamente a los cultivos de arveja y haba. Con este número iniciamos un proceso de divulgar los avances científicos para fortalecer las instituciones de investigación en la Subregión Andina. Los investigadores y profesionales de transferencia de tecnología pueden utilizar este Boletín Técnico para dar a conocer

sus logros a sus colegas en la Subregión. Hacemos un llamado a estos profesionales para que nos envíen a la Sede Central sus artículos científicos o información técnica de interés para el Programa, de tal modo que puedan incluirse sus obras en los próximos números.

Complace al Componente de Transferencia de Tecnología y Comunicación cumplir con el mandato de la Comisión Directiva y, a la vez, poner al alcance de todos este vehículo de intercambio científico, anticipando el debido agradecimiento por la activa colaboración de los científicos del PROCIANDINO, sin la cual no puede sostenerse un Boletín Técnico de esta naturaleza.

B. Ramakrishna

Especialista Internacional en Transferencia de Tecnología y Comunicación
IICA - PROCIANDINO

PRESENTACION

Dentro de la Serie de Publicaciones del Subprograma I-Leguminosas de Grano del PROCIANDINO, este es un primer número en el Boletín Técnico del Programa, donde colaboran científicos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), como uno de los países integrantes en este Programa Cooperativo en la Subregión Andina.

En una de las secciones de esta publicación, se cubre información técnica sobre conceptos básicos y experiencias de mejoramiento genético, caracterización de germoplasma y los recursos genéticos en el Cultivo de Arveja, Pisum sativum. Esta información se considera de gran utilidad, primeramente por el apoyo que representa al Proyecto Cooperativo de Investigación sobre Arveja que está siendo conducido por los países dentro del marco del PROCIANDINO. En segundo lugar, las metodologías y procedimientos que se explican, son una base muy importante para la consolidación de conocimientos en los Fitomejoradores y Agrónomos que trabajan sobre esta especie; así mismo, también para aquellos Programas Nacionales que están iniciando proyectos de investigación sobre el mejoramiento de esta leguminosa comestible.

En una segunda sección de la misma publicación, se explican las técnicas de producción que se están recomendando a la fecha en Colombia sobre el cultivo del Haba (Vicia faba), la cual, igualmente involucra un aporte de experiencias de investigación para beneficio de los demás profesionales en la Subregión Andina.

Esta publicación constituye un esfuerzo adicional en la cooperación técnica horizontal que prevalece entre los Programas de Leguminosas de Grano en los países de la Subregión Andina.

Guillermo Hernández Bravo
COORDINADOR INTERNACIONAL DEL
SUBPROGRAMA LEGUMINOSAS DE GRANO

MANEJO Y CONSERVACION DE LOS RECURSOS GENETICOS DE ARVEJA (Pisum sativum)

Mario Lobo, Clara Medina y Martha Escobar *

INTRODUCCION

Se han señalado como centros de origen de la especie de arveja, las regiones montañosas del Suroeste de Asia, en especial Afganistán y La India, Transcaucasia y Etiopfa. Un centro secundario de diversidad está ubicado en el Mediterráneo (Govaroy, citado por Makasheva, 1983), indicándose que en los sitios donde se desarrollan programas de producción de cultivares, la variabilidad genética es relativamente estrecha (Gentry, 1971).

En el anterior contexto, Blixt (1970), afirmó que en regiones como Etiopfa, el Cercano Oriente e Israel, existía una gran cantidad de material primitivo y silvestre, agregando el autor que solamente en Turquía se podrían encontrar alrededor de 20 cultivares primitivos. En igual forma, Blixt (1970), considera como fuente importante de germoplasma las formas primitivas que han evolucionado por espacio de alrededor de 400 años en América del Sur, lejos de su lugar de origen; este material ha estado sometido a un cambio de frecuencias génicas por acción de migraciones, selección natural, mutaciones recurrentes y formación de subpoblaciones aisladas, con cierto intercruzamiento por acción de los insectos. Otras fuentes de diversidad genética importantes para la especie arveja son los cultivares comerciales desarrollados en diversos lugares del mundo, líneas experimentales y material creado mediante mutagénesis (Lobo, 1988). Igualmente, parte de la variabilidad se encuentra almacenada en diversas colecciones de germoplasma del mundo, de las cuales se incluye un listado aproximado en el presente escrito, extractado de la información de Ayad y Murthi (1988). La diversidad genética de una especie, comprende tanto las formas cultivadas como aquellos materiales silvestres relacionados que pueden aportar, mediante introgresión genética, características valiosas deseables en los cultivares comerciales como son: resistencia a plagas y enfermedades,

* I.A., Ph.D. Coordinador Nacional del Programa de Hortalizas del ICA y Tecnólogas Agropecuarias del Programa de Genética ICA, CRI "La Selva", A.A. 100, Rionegro, Antioquia, Colombia.

adaptación a condiciones ambientales específicas, caracteres morfológicos determinados, etc. Al respecto, existe un consenso entre los investigadores modernos en el sentido de que el género Pisum es monoespecífico y que diversas especies que fueron ubicadas como grupos taxonómicos separados corresponden realmente a diversos ecotipos (Gritton, 1986).

MANEJO ESTRATEGICO DEL GERMOPLASMA

El tópico de los recursos genéticos en cualquier especie, incluye una serie de temas que es necesario considerar separadamente y que son: introducción, colección, caracterización, mantenimiento documentación y utilización.

En arveja, y dado que gran parte de la variación existente se encuentra conservada fuera del Area Andina, la introducción de germoplasma es una acción importante de los programas de recursos genéticos y la producción de cultivares. Al respecto, se debe tener un especial cuidado con los patógenos que pueden ser llevados a través de la semilla, como es el caso del mosaico conocido como Pea Seed - Borne Mosaic Virus (PSBMV), el cual también puede ser portado por semillas de lenteja y haba. Esta enfermedad produce un enanismo y enrollamiento de los folíolos de las hojas, siendo conspicuos los síntomas a los 5 días de la emergencia de la planta (Hagendorn, 1984), siendo este el momento preciso para eliminar cualquier planta sospechosa de la virosis. El virus, igualmente puede ser transmitido por áfidos en forma no persistente. Lo anterior indica la importancia que tiene realizar labores de cuarentena con germoplasma recién introducido de esta especie, utilizando preferiblemente casas de malla a prueba de insectos, o en su defecto, manejando las nuevas introducciones en sitios alejados de las áreas de cultivo de arveja, haba y lenteja; eliminando en forma inmediata cualquier planta sospechosa. Es importante anotar que se ha detectado resistencia cercana a inmunidad a este patógeno, la cual es condicionada por el gene recesivo sbm (Hagendorn, 1984).

EXPLORACIONES Y COLECCION

En cuanto a exploraciones de colección de germoplasma, es de gran importancia el material que se ha venido sembrando por parte de pequeños y medianos agricultores del Area Andina desde el momento en que la especie fue introducida por los españoles.

Como se anotó anteriormente, el aislamiento de genotipos en diversos microambientes y bajo la acción de la selección natural y la presencia de mutaciones recurrentes con algún grado de intercrucamiento, ha ayudado a la formación de subpoblaciones de gran valor genético, con grupos de genes de adaptación a diversos ambientes (Lobo, 1988). Dichas subpoblaciones deben ser colectadas antes de que sean reemplazadas por cultivares mejorados o bien desaparezcan por otras causas como cambio de cultivo, expansión urbana, construcción de carreteras y represas, fenómenos naturales, etc. En este sentido, el ICA de Colombia se ha preocupado en coleccionar este recurso y se cuenta a la fecha con un grupo de 20 colectas de cultivares primitivos. Es de anotarse, que una acción complementaria importante durante la labor de colección, es la toma de datos de pasaporte, o sea, información sobre los nombres locales, números asignados y características del sitio de colección (Howen, 1981).

En el caso de arveja, la colección que se tiene en el ICA de Colombia, los datos de pasaporte son escasos tanto para el material colectado como para aquel introducido en el país.

CARACTERIZACION Y EVALUACION PRIMARIA

La caracterización del germoplasma consiste en el registro de caracteres altamente heredables, los cuales se expresan en todos los ambientes. En forma paralela, la evaluación primaria de este germoplasma, está relacionada con la recopilación de información acerca de un número limitado de características consideradas de importancia por los investigadores, pudiendo incluir caracteres que se expresan en todos los ambientes (IBPGR, 1980). Medina *et al.*, 1988, presentan una discusión sobre este tópico, el cual incluye datos de evaluación primaria de 324 colecciones de arveja en Colombia y una propuesta sobre descriptores para caracterización. Es de anotarse que la importancia de la caracterización y evaluación primaria de germoplasma radica en el hecho de que hace más útil el germoplasma que se encuentra conservado en los países, pudiendo emplearse la información generada tanto para documentar este recurso genético, como para realizar evaluaciones posteriores de distancias entre genes, lo cual es importante en estudios de evolución de especies y en la identificación de germoplasmas similares, con lo cual reduce el número de entradas haciendo más eficiente las labores de mantenimiento y manipulación (Lobo, 1988).

CONSERVACION

El mantenimiento del germoplasma parte de un adecuado conocimiento de la fisiología de la semilla que va a ser almacenada. En este contexto, la arveja tiene semillas ortodoxas (Cromarty *et al.*, 1982), o sea aquellas que se pueden almacenar con un bajo contenido de humedad y a baja temperatura. Estas semillas pueden lograrse mantener a largo plazo a -20°C con una humedad en las semillas del 5%, y manteniéndolas aisladas en empaques de aluminio herméticamente sellados, preferiblemente. En esta conservación a largo plazo, la semilla de arveja puede mantenerse viable por cientos de años (Cromarty *et al.*, 1982). Estos autores recomiendan secar la semilla bajo condiciones cuya temperatura está entre 10 y 15°C con una humedad relativa entre el 10 y el 15%. Alternativamente y de no contarse con las condiciones de secado anteriores, se puede llevar a cabo un secado previo a 17°C con 40 a 45% de humedad relativa. En esta forma, se logra un equilibrio en el contenido de humedad de la semilla, el cual está entre el 10 y el 12%, ya que la arveja tiene bajo contenido de aceite. Finalmente, el material se transfiere a un segundo sitio de secado a 30°C y 10% de humedad relativa.

El estado óptimo para almacenamiento de la semilla a corto plazo, es en el de madurez fisiológica, el cual según varios autores (citados por Lobo *et al.*, 1984) ha sido definido como el momento en el cual la semilla alcanza el mayor peso seco. Con el fin de determinar el período de madurez fisiológica de la semilla de arveja se llevó a cabo un estudio en el CRI "La Selva" (Rionegro, Antioquia, Colombia), en el cual se incluyó un material de crecimiento voluble y otro semivoluble. Para la variedad "Alaska" (semivoluble) se encontró que la madurez fisiológica se logró a los 53 días después de la antesis o apertura de la flor, exhibiendo la semilla una germinación del 100% desde los 46 días de la apertura floral. En la variedad de arveja "Bogotana" (voluble), la madurez fisiológica de la semilla se obtuvo a los 44 días después de la antesis, con una máxima germinación a los 50 días después de la apertura floral. Las semillas tuvieron porcentajes superiores al 90% luego de 29 días de la antesis (Flórez y Ramírez, 1987).

Lo anterior señala que se puede obtener muy buena germinación de la semilla antes de la madurez fisiológica. Esto es importante en parcelas con germoplasma valioso donde se vea que la semilla no va a llegar a una madurez comercial adecuada, pudiendo entonces cosecharse semilla inmadura para hacer después un nuevo aumento

de semilla.

La pérdida irremediable en la viabilidad de las semillas durante el almacenamiento de germoplasma, también puede conducir a una deriva genética de pérdida de genes que se encuentran en baja frecuencia en los materiales. Por lo tanto, se recomienda fijar niveles de germinación mínimos, siendo recomendable que estos estén alrededor del 80%, lo cual implica la realización de pruebas de germinación del material almacenado. Con el fin de utilizar pocas semillas en los análisis periódicos de viabilidad, se ha desarrollado la prueba secuencial de germinación (Ellis et al., 1985), la cual se realiza con una sola repetición y grupos pequeños de semilla y tiene alta validez estadística. Dependiendo del número de semillas germinadas, la decisión a tomar es: regenerar o no regenerar el germoplasma; o bien, hacer en forma inmediata otra prueba secuencial de germinación.

BASE DE DATOS Y SU UTILIZACION

El manejo del germoplasma, los datos de pasaporte, su evaluación y su caracterización, genera un volumen considerable de información, lo cual constituye una base de datos, siendo esta, de acuerdo con Rogers et al. (1975), la función más activa de los centros de recursos genéticos.

Esquinas (1981) indica que un buen sistema de documentación es clave en el manejo del material depositado en un banco de germoplasma y que la falta de esta base de datos constituye el mayor limitante para el empleo adecuado del germoplasma. El actual uso de los computadores (ordenadores de datos) es un instrumento valioso para el manejo de esta documentación. Witcombe y Erskine (1984) puntualizan que el desarrollo de una base de datos de germoplasma es, sin duda alguna, una tarea dispendiosa, pero que una vez realizada, se puede utilizar en estudios sobre la representación geográfica en una colección de germoplasma, estudios de análisis multivariado lo cual permite identificar germoplasmas similares, con ahorro en espacio y gastos en labores de mantenimiento y conservación. Igualmente esta información puede utilizarse por parte de los programas que adelantan acciones sobre el mejoramiento genético de variedades.

La utilización del recurso germoplásmico silvestre y primitivo, con objetivos específicos o de incremento de variabilidad, ha sido llamado mejoramiento genético evolutivo (Lobo, 1985).

En el caso de arveja, y partiendo de la premisa de que el género Pisum es monoespecífico y que las diversas especies incluidas inicialmente en este, corresponden a ecotipos (Grilton, 1986), se ha señalado que los cruzamientos entre estos ecotipos y las formas cultivadas se realizan en forma relativamente fácil, presentándose ligeros problemas en cuanto a la obtención de vainas y semillas al igual que en la disminución de la fertilidad en las progenies (Khvostova, 1983).

BANCOS DE GERMOPLASMA

En forma seguida, se señala una lista conteniendo los principales Bancos de Germoplasma de Arveja, que existen en 24 países a nivel mundial.

COLECCIONES DE GERMOPLASMA DE ARVEJA

Afganistán

Plant Genetic Resources Unit
Darul Aman Agricultural Research Station
Kabul
Nº de colecciones: 33

Algeria

Institut de Development Des Grandes Cultures
Algiers
Nº de colecciones: 150

Bangladesh

Genetic Resources Unit
Bangladesh Agricultural Research Institute
Joydebpur, Dacca

Bulgaria

Institute of Plant Introduction and Genetic Resources
4122 - Sadovo
Plovdiv

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

USA

USDA - SEA
North Central Regional Plant Introduction Station
Iowa State University
Ames, Iowa, 50010
Nº de colecciones: 1300

USDA - SEA

National Seed Storage Laboratory
Colorado State University
Fort Collins, Colorado 80523
Nº de colecciones: 1150

USDA - SEA

N.Y State Agricultural Experiment Station
Northeastern Regional Plant Introduction Station
Geneva, N.Y. 14456
Nº de colecciones: 1825

Rusia

N.I. Vavilov All-Union Institute of Plant Industry
44 Herzen Street
Leningrad
Nº de colecciones: 5500

Colombia

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
Apartado Aéreo 100 Rionegro (Antioquia)
Nº de colecciones: 324

Pakistán

Agricultural Research Council (ARC)
Islamabad

Polonia

Plant Breeding Station
Wiatrowo
62 - 100 Wagrowiec
Nº de colecciones: 1500

España

Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA)
Apartado de Correos 127
Alcalá de Henares
Madrid

Suecia

Weibullsholm Plant Breeding Institute
P.O. Box 520
S - 26124 Landskrone
Nº de colecciones: 5000

Turquía

Aegean Agricultural Research Institute
Menemen, Izmir

Reino Unido

John Innes Institute
Colne Lane
Norwich NR47UF
Nº de colecciones: 1000

India

National Bureau of Plant Genetic Resources
NBPGR
IARI Campus
New Delhi - 110012
Nº de colecciones: 1400

Italia

Instituto del Germoplasma del CNR
Vfa G. Amendola 165 - A
70126 Bari
Nº de colecciones: 5000

además el potencial de inóculo en el suelo.

MATERIALES Y METODOS

Estos estudios se llevaron a cabo en la Estación Experimental "Santa Catalina" del INIAP-Ecuador, en un cubículo de invernadero con fluctuaciones de 9° a 33°C de temperatura y de 89 a 95% de humedad relativa.

El trabajo se inició con el aislamiento del hongo, a partir de tubérculos afectados, los cuales se obtuvieron de plantas cuyos síntomas eran: amarillamiento, enrollamiento y marchitez del follaje, tubérculos y/o raíces aéreas; los tubérculos y/o base del tallo presentaban una coloración café negruzca con la presencia de abundantes rizomorfos y estrías que penetraban radialmente en los tejidos.

Aislamiento del patógeno y preparación del inóculo

Secciones de tubérculo afectado (con estrías) fueron aisladas y puestas en Papa Dextrosa Agar (PDA) y purificadas posteriormente en Agar Extracto de Malta (AEM).

El medio de cultivo consistió en avena esterilizada con jugo de papa donde se depositaron las secciones de tubérculo con crecimiento micelial como lo sugieren Salas y Pavón (8). Este preparado se dejó en Erlenmeyers expuesto a las condiciones ambientales existentes en el laboratorio hasta que el hongo invadió todo el sustrato.

Resistencia varietal

Se evaluaron 47 variedades y/o clones de papa pertenecientes a la Colección Ecuatoriana de Papa (CEP) y materiales promisorios.

Por cada variedad y/o clon se utilizaron 13 tubérculos, los cuales fueron sembrados en macetas de 12 kg de suelo debidamente fertilizado. Pasados 30 días de la siembra, se procedió a la inoculación de 8 macetas dentro de las 13, depositando 40 g de inóculo debajo de las plántulas como lo sugiere Orellana (6) citando a Salas y Pavón (8); las 5 macetas restantes se dejaron como testigo.

Cada 30 días a partir de la inoculación y durante un período de 4 meses, se extrajo una planta de cada maceta por variedad y se tomaron los siguientes datos: apariencia externa de la planta y el tipo de reacción radicular donde se consideró el aspecto sanita-

rio de la base del tallo, cuello, raíces y estolones de la planta. Para lograr lo anterior, se hicieron cortes transversales y longitudinales y se calificó en base a la escala propuesta por Orellana (6), la cual consta de cuatro tipos de infección de acuerdo con las siguientes características:

1. R.- Planta aparentemente sana. Base del tallo aparentemente sano, cuello sano, raíz con un ligero color café.
2. MR.- Planta aparentemente sana, cuello sano, raíz principal necrosada, raíces secundarias sanas.
3. MS.- Planta semi-marchita. Base del tallo café, cuello y raíces cafés.
4. S.- Planta muerta. Cuello y base del tallo con pudrición.

En la cosecha se tomaron datos sobre el número y el peso de tubérculos sanos y afectados; en los tubérculos se calificó también el porcentaje de infección.

Rango de hospederos

En este estudio se evaluaron 26 especies de cultivos, 10 especies y/o variedades de pastos y 22 especies de malezas (Cuadros 6, 7 y 8).

Algunos cultivos fueron sembrados directamente en las macetas de 12 kg de suelo y en otros casos fue necesario elaborar semilleros; la inoculación con 30 g de inóculo se hizo cuando las plántulas tuvieron de 10 a 15 cm de alto o cuando emergieron las primeras hojas verdaderas.

En el caso de malezas y pastos, la siembra se realizó en macetas con suelo proveniente de la cosecha de papas susceptibles con inóculo remanente; a esto se agregó 15 g de inóculo fresco.

En la mayoría de los cultivos se hicieron dos evaluaciones: a la floración y cuando fructificaron. En cada evaluación se tomaron datos de reacción a la enfermedad, utilizando la misma escala que para la resistencia varietal.

RESULTADOS

Resistencia varietal

Durante el primer período de crecimiento en algunas variedades no se observaron altos índices de mortalidad, pero sí presentaron síntomas de la enfermedad y lesiones en el sistema radicular.

Todas las variedades manifestaron diferente grado de lesión en su sistema de raíces, que se refleja en los distintos niveles de reacción radicular a la enfermedad (Cuadro 1).

A pesar de las lesiones sobre la planta misma, en la cosecha el número y peso de tubérculos sanos fluctuó considerablemente entre variedades, pero en general, el rendimiento de las plantas inoculadas fue marcadamente inferior con respecto al testigo (Cuadro 2).

Considerando todos los parámetros evaluados (Cuadro 1), las variedades: Esperanza, Chaucha y el clon J-16-16, sin ser consideradas totalmente resistentes, fueron las menos afectadas por el hongo. En total 9 variedades fueron consideradas moderadamente resistentes, 22 moderadamente susceptibles y 16 susceptibles (Cuadro 1).

Rango de hospedantes

Según los resultados obtenidos en este ensayo, la avena, cebada, mashua y quinua presentaron resistencia a la enfermedad (Cuadro 3), ya que no permitieron el incremento micelial del hongo en la maceta, ni el crecimiento epifítico de este sobre la superficie radicular.

Otras especies como nabo, remolacha, lechuga y perejil, mostraron moderada susceptibilidad en estado de plántula.

El rábano, zanahoria, coliflor, tomate, ajo y haba fueron considerados moderadamente susceptibles e incrementaron abundantemente el micelio y rizomorfos en la maceta. La acelga y lenteja a pesar de ser moderadamente susceptibles no aumentaron el desarrollo del hongo en la maceta.

Los cultivos susceptibles presentaron muy tempranamente los síntomas de la enfermedad y un alto porcentaje de mortalidad de plantas.

Las especies forrajeras fueron resistentes y moderadamente

resistentes; pero a pesar de ello, se observó una ligera disminución en el peso de materia seca de las plantas inoculadas con respecto al testigo no inoculado (Cuadro 4).

En el trébol y la alfalfa se detectaron síntomas de flacidez pero se regeneraron hojas nuevas, manteniéndose el trébol aparentemente sano, pero en la alfalfa se observaron signos del hongo con pudrición radicular y un aumento de rizomorfos y micelio alrededor del tejido vegetal.

De las 22 especies de malezas evaluadas en el invernadero, se determinó que en las nueve primeras que se observan en el Cuadro 5, no hubo reacción alguna ante la presencia del patógeno. Las malezas ashpachocho, llantén y alfiler fueron las únicas que mostraron síntomas típicos del ataque del hongo con marchitez de plantas, enrollamiento y amarillamiento de hojas. Las especies cebadilla, rábano, nabo y ashpaquinua, a pesar de que no presentaron síntomas de la enfermedad, sus sistemas radiculares incrementaron poco el crecimiento del hongo.

Por observaciones efectuadas en el campo, las plantas de sangre de toro, equiseto, lengua de vaca, trébol y yuyito, mostraron raíces necrosadas con abundante crecimiento lateral de raíces secundarias, el tallo principal marchito pero con desarrollo de nuevos tallos y hojas laterales.

DISCUSION

Resistencia varietal

Quizás el parámetro más importante para determinar la resistencia o susceptibilidad de una variedad de papa a la enfermedad "Lanosa", fue la reacción de los tubérculos a la enfermedad, la cual no siempre se correlacionó con la resistencia del follaje y el sistema radicular, tal como lo reportó Orellana (6). Este hecho lo vemos en el Cuadro 1, donde se observa que la variedad Monserrat y el clon J-16-16 a pesar de su aparente sanidad, produjeron niveles altos de tubérculos enfermos.

La variedad Esperanza se destacó claramente del resto, por el bajo porcentaje de mortalidad de plantas, así como por el alto número y peso de tubérculos sanos, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en 1976 en el INIAP (4).

de arveja de Wiatrowo, Polonia (Swiecicki *et al.*, 1981), e igualmente se presenta una propuesta de descriptores para la caracterización, los cuales se han tomado de información de caracteres genéticos altamente heredables, tomada de Khvostova (1983).

MATERIALES Y METODOS

Localización: Los trabajos se realizaron en el Centro Regional de Investigación "La Selva" del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), situado en el Municipio de Rionegro (Antioquia), a una altura sobre el nivel del mar de 2.100 m, una temperatura anual promedio de 17°C y una precipitación pluvial anual de 2.100 mm. La zona pertenece a la formación ecológica bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

El trabajo se hizo en 6 siembras desde el primer semestre calendario de 1985 (1985A) hasta el primero de 1988 (1988A).

Colecciones evaluadas: Se incluyeron en esta evaluación 324 colecciones de arveja provenientes de diferentes países, como a continuación se indica:

Colombia 86	Inglaterra 5
Alemania 24	Francia 4
Australia 29	Argentina 4
Estados Unidos 78	Polonia 5
Holanda 15	India 3
Chile 12	Perú 27
Brasil 10	Canadá 3
Suecia 9	Ecuador 2
México 7	Australia 1

Además se incluyeron 24 variedades comerciales.

Equipo utilizado: Reglas con graduaciones métricas, Vernier (Nonio o Pie de Rey), calculadoras programables y balanzas.

Métodos: Los materiales genéticos, objeto de evaluación, fueron plantados directamente en el campo en parcelas de 3 metros, con una distancia de 1 m entre surcos y 30 centímetros entre plantas, tomándose 5 plantas al azar y por surco para la evaluación.

El terreno de siembra fue preparado previamente con la incorporación de gallinaza a razón de 5 toneladas por hectárea; luego de la germinación de los materiales, cuando las plantas tenían 10 cm

de altura, se realizó un aporque y se aplicó fertilizante químico completo (10-30-10) en una dosis equivalente a 500 kg/ha.

El cultivo se manejó con un tipo de espaldera, en el cual se colocaron estacones de madera separados a 1.5 m, teniéndose líneas horizontales paralelas de fibra de polipropileno cada 0.50 m de las cuales se amarraron las plantas a partir de los zarcillos.

Para prevenir enfermedades en el cultivo se hicieron aplicaciones de fungicidas tales como Clorotalonil (Bravo 500 Wf) en dosis de 2.5 cc/l de agua y Elosal a razón de 2.5 cc/l de agua. Para el ataque de insectos masticadores del follaje se utilizó Sevín a razón de 0.5 cc/l de agua.

Toma de datos: Se tomaron datos individuales en cinco plantas por colección. Los descriptores utilizados en los primeros semestres (85A - 87B), fueron diferentes a los utilizados en 88A. En este último semestre se analizó y modificó la lista de descriptores. Los descriptores utilizados fueron una adaptación de aquellos empleados por el banco de germoplasma de arveja de Polonia (Swiecicki et al, 1983).

Los datos obtenidos se promediaron y para efecto del presente escrito, se resumieron usando una frecuencia porcentual para cada característica y sus variantes.

Descriptores para caracterización: Para efecto de futuros trabajos de caracterización de germoplasma, los cuales se refieren a la toma de datos de variables de alta heredabilidad, se incluye una propuesta de un listado de descriptores, los cuales se vienen ensayando a partir de 1988 en el CRI "La Selva" (Anexo 1). Estos descriptores se tomaron de la información sobre características altamente heredables incluida por Khvostova (1983).

RESULTADOS Y DISCUSION

Evaluación primaria

Los datos obtenidos en la evaluación primaria de germoplasma, al aplicar la lista de descriptores en las 324 colecciones de arveja, se incluyen en el Cuadro 1. Como puede apreciarse, para todas las variables evaluadas se presentó una amplia variabilidad.

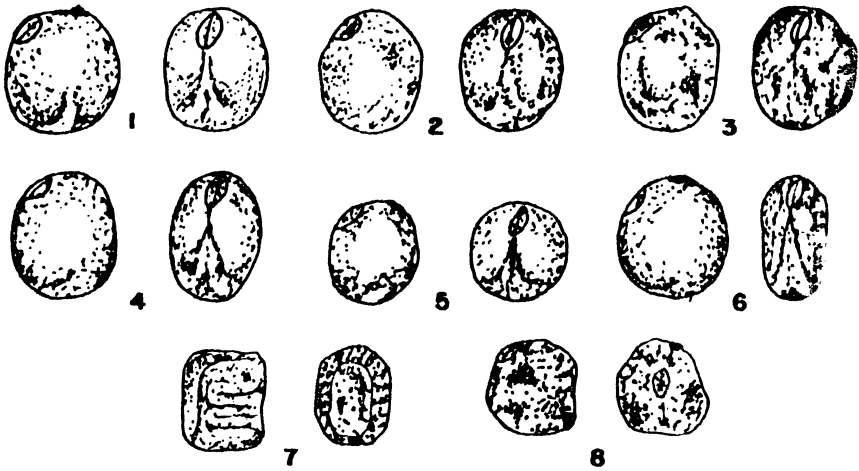
Igualmente se puede ver, que el número de colecciones para las cuales se presentan datos en los últimos descriptores, es menor

ya que estos se tomaron en las colecciones sembradas en los últimos semestres.

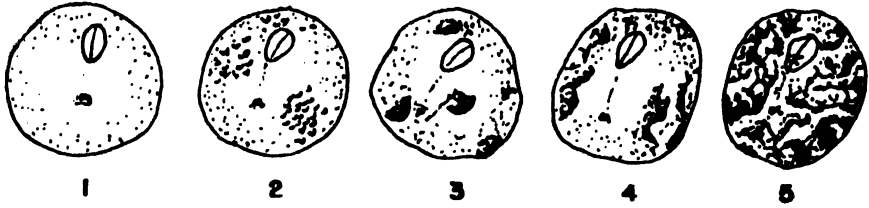
Debido a la posible variación, que se presenta semestre a semestre, sobre caracteres cuantitativos especialmente, se elaboraron escalas de agrupación relativamente amplias y se pudo observar que en materiales que fueron sembrados durante varios períodos, la variación no fue grande pudiéndose ubicar estos materiales dentro de la misma escala de calificación.

Se considera de gran importancia la toma de características del grano, la cual se realizó durante las últimas evaluaciones, ya que es un dato básico para comprobar que el germoplasma almacenado corresponde a aquel sembrado y evaluado a nivel de campo. Se incluyen esquemas sobre la superficie y forma del grano, pudiéndose apreciar diferenciación para la superficie del grano con relación a las categorías incluidas en el Cuadro 1.

FORMA DEL GRANO



1. Redonda
2. Redonda angular
3. Angular
4. Oval elongada
5. Completamente esférica
6. Aplanada
7. Rectangular, varias formas
8. Irregularmente comprimida

SUPERFICIE DEL GRANO

1. Lisa
2. Lisa con arrugamiento
3. Con agujeritos
4. Ligeramente rugosa
5. Rugosa

DESCRIPTORES PROPUESTOS PARA LA CARACTERIZACION DE GERMOPLASMA DE ARVEJA

1. TALLO

- 1.1. Longitud entrenudo
1. Cortos: más corto que las estípulas
 2. Medio Cortos: casi iguales a las estípulas
 3. Medios: ligeramente más largo que las estípulas
 4. Largos: 1.5 veces o más largo que las estípulas
- 1.2. Fasciación
- 0: Sin fasciación
+: Con fasciación
- 1.3. Presencia de Antocianina en el tallo
- 0: Ausencia
+: Presencia
- 1.4. Nudos a primera flor
1. Precoces: 7 a 11 entrenudos
 2. Intermedio: 12 a 15 entrenudos
 3. Tardío: 16 a 21 entrenudos

Contar a partir de la 1ª hoja primaria, encima de la base del tallo.

2. ESTIPULAS

- 2.1. Tipo de estípulas
1. Normales
 2. Reducidas (gene st)
- 2.2. Anillo de Antocianina
- 0: Ausente
1: Un anillo
2: Dos anillos
- 2.3. Manchas grises en estípulas
- 0: Ausencia
1: Pocas
3: Intermedias
5: Abundantes

3. FOLIOLOS

- 3.1. Tipos
1. Normal. Presencia de hojuelas y zarcillos
 2. Imporipinados: Hojuelas múltiples, sin zarcillos (gene tl)

- 3. Sin hojuelas: zarcillos múltiples (gene af)
- 4. Hojas imparipinadas múltiples ramificadas, sin zarcillos (genes af tl).

3.2. Forma folíolos (véase gráfica anexa)

Se debe tomar en las hojas presentes, entre el primero y segundo nudo con inflorescencias.

- 1. Oblonga
- 2. Ovada
- 3. Oblonga-Ovada
- 4. Periforme
- 5. Romboidal
- 6. Obovada
- 7. Intermedia (entre ovada y obovada ancha)
- 8. Ovada ancha
- 9. Obovada ancha
- 10. Casi redonda

3.3. Color de hojas

- 1. Verde amarillento
- 2. Verde claro
- 3. Verde
- 4. Verde oscuro
- 5. Verde azul

3.4. Mancha de Antocianina en la hoja

- 0: Ausencia
- +: Presencia

3.5. Manchas grises en las hojas

- 0: Ausencia
- 1: Pocas
- 3: Intermedia
- 5: Abundantes

3.6. Cobertura cerosa en la hoja

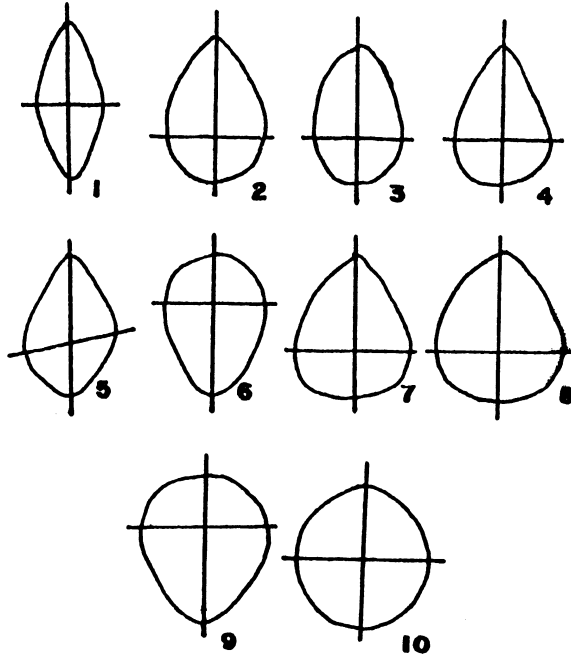
- 0: Ausencia
- +: Presencia

3.7. Margen foliar (véase gráfica)

Debe tomarse al nivel del primero o segundo nudo con inflorescencias

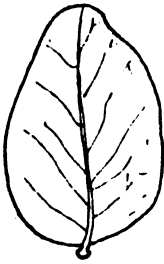
- 0: Ausencia (gene afila)
- 1: Entero
- 2: Crenato
- 3: Indentado
- 4: Aserrado

FORMA DE LOS FOLIOLOS



1. Oblonga
2. Ovada
3. Oblonga - ovada
4. Periforme
5. Romboidal
6. Obovada
7. Intermedia (entre ovada y obovada ancha)
8. Ovada ancha
9. Obovada ancha
10. Casi redonda

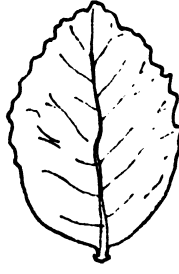
MARGEN FOIAR



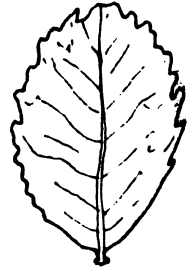
1



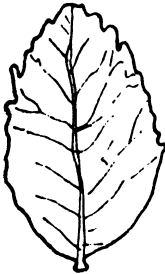
2



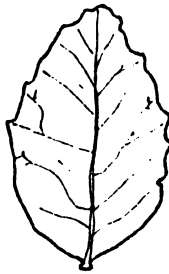
3



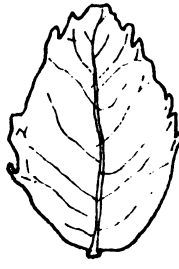
4



5



6



7



8

1. Entero
2. Crenato
3. Indentado
4. Aserrado
5. Indentado - aserrado
6. Irregularmente indentado
7. Irregularmente aserrado
8. Irregularmente lobulado

- 5: Indentado-aserrado
- 6: Irregularmente indentado
- 7: Irregularmente aserrado
- 8: Irregularmente lobulado

4. PEDUNCULO FLORAL

- 4.1. Presencia pedúnculo
 - 1. Muy corto (casi seall)
 - 2. Un tercio más corto que la estípula aproximadamente
 - 3. Más o menos igual en longitud a la estípula
 - 4. Más largo que la estípula
 - 5. Mucho más largo que la estípula (2 ó más veces)

5. PEDICELO

- 5.1. Color pedicelo
 - 1. Igual al color del pedúnculo
 - 2. De diferente color al pedúnculo

6. FLOR

- 6.1. Tipo de flor (véase gráfica)
 - 1. Sirlo-Egipcia
 - 2. Asiática
 - 3. Central Europea
 - 4. Europea del Oeste
- 6.2. Color de la flor
 - 1. Blanca
 - 2. Rosada
 - 3. Roja
 - 4. Roja púrpura
 - 5. Roja violeta
 - 6. Roja violeta - verdosa (desteñida)

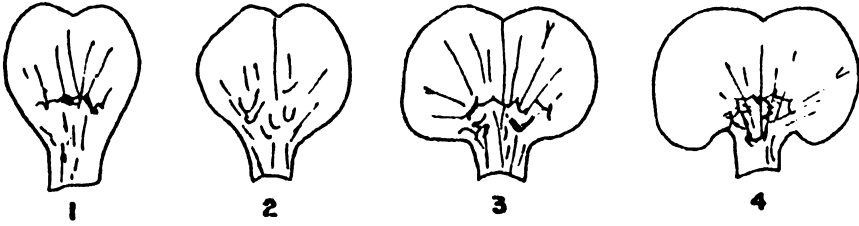
7. VAINAS

- 7.1. Forma de la vaina (véase gráfica)

Se debe tomar al momento de la cosecha como grano verde y del primer nudo con vaina.

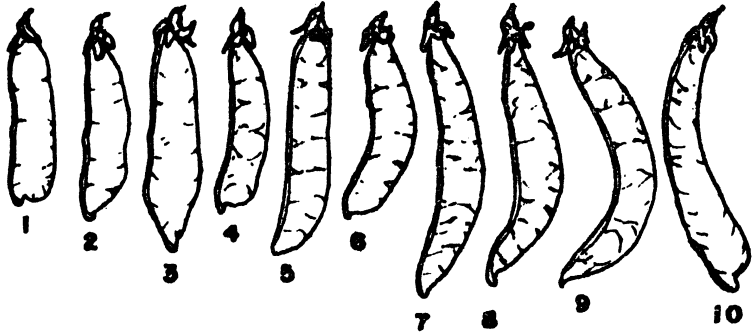
- 1. Derecha con ápice obtuso
- 2. Derecha con ápice agudo
- 3. Derecha con ápice punteado
- 4. Ligeramente cóncava con ápice obtuso
- 5. Ligeramente cóncava con ápice agudo

TIPOS DE FLOR



1. Sirio - Egipcia
2. Asiática
3. Central Europea
4. Europea del Oeste

FORMA DE LA VAINA



1. Derecha con ápice obtuso
2. Derecha con ápice agudo
3. Derecha con ápice punteado
4. Ligeramente cóncava con ápice obtuso
5. Ligeramente cóncava con ápice agudo
6. Cóncava con ápice obtuso
7. Cóncava con ápice agudo
8. En forma de sable con ápice agudo
9. En forma de hoz con ápice agudo
10. Convexa con ápice obtuso

6. Cóncava con ápice obtuso
7. Cóncava con ápice agudo
8. En forma de sable con ápice agudo
9. En forma de hoz con ápice agudo
10. Convexa con ápice obtuso

7.2. Color de vaina inmadura

1. Amarillo
2. Verde claro
3. Verde
4. Verde oscuro

7.3. Presencia de Antocianina en la vaina

- 0: Ausente
 1: Coloración violeta en el contorno de las semillas
 2: Coloración violeta continua

7.4. Coloración de las vainas secas

1. Amarillo claro
2. Café
3. Café-violeta

7.5. Arreglo de las semillas en las vainas

1. Dispersos: no se tocan entre sí
2. Medianamente densa: se tocan pero no se comprimen una con otra
3. Comprimida: se comprimen una con otra
4. Densamente comprimida: dan la impresión de un bloque

8. SEMILLA

8.1. Color de la semilla

En flores blancas, tener cuidado con la xenia.

1. Amarillo
2. Amarillo anaranjado
3. Verde-amarillo (las secciones amarillas se mezclan con los sectores verdes)
4. Verde
5. Verde oscuro
6. Amarillo-rosa
7. Verde oliva
8. Café-rosa. El color de la semilla recién cosechada es gris-amarillo, gris verdoso, amarillo gris, amarillo castaño; el cual se vuelve café en almacenamiento y luego café oscuro.
9. Con tintes violeta en fondo café amarillento
10. Con tintes violeta en fondo verdoso

- 11. Moteado café y violeta
 - 12. Violeta oscuro a casi rojo
- 8.2. Color hiliium
- 1. Amarillo blanquesino
 - 2. Café claro
 - 3. Café
 - 4. Café oscuro
 - 5. Negro

BIBLIOGRAFIA

1. ENGELS, J. 1985. Descripción sistemática de colecciones de germoplasma. CIRF Lecturas sobre Recursos Fitogenéticos, caracterización y documentación. CIAT. Cali, Colombia, 21p.
2. HOWEN, C. 1981. Guideline for developing descriptor lists. Plant Genetic Resources Newsletter 45:26-32.
3. IBPGR. 1980. Descriptor List. Plant Genetic Resources Newsletter 42:23.
4. LOBO, M., MEDINA, C.I. y ESCOBAR, M.D. 1988. Manejo y conservación de los recursos genéticos de arveja (Pisum sativum). In: Boletín Técnico PROCIANDINO. IICA. (En prensa).
5. SWIECICKI, W.K., SWIECICKI, W. and CZERWINSKA, S. 1981. The catalog of Pisum lines. Plant Experiment Station, Wiatrowo Laboratory of Pea Breeding and Collection. 108 p.

Cuadro 1. Resumen de los datos de evaluación primaria de germoplasma de arveja, de acuerdo a frecuencias relativas. CRI "La Selva". Colombia. 85A-88A.

DESCRIPTOR	ESTADO del DESCRIPTOR	Nº DE LAS COLECCIONES	FRECUENCIA (%)
Iniciación de la floración (días)	Precoces 30-50	80 colecciones	24.76
	Intermedias 51-80	234 "	72.44
	Tardías 81-100	9 "	2.78
Longitud del entrenudo debajo de la 1ª vaina (cm)	Largo 11-15	21 "	6.62
	Mediano 6-10	195 "	61.51
	Corto 2-5	101 "	31.86
Ramas basales	Presencia	91 "	29.26
	Ambas características	169 "	54.34
	Ausencia	51 "	16.39
Ramas laterales	Presencia	181 "	58.19
	Ausencia	106 "	34.08
	Ambas características	24 "	7.71
Número de nudos a la 1ª flor	Bajo 5-12	135 "	42.18
	Medio 13-25	178 "	55.62
	Alto 26-35	7 "	2.18
Longitud folíolos (cm)	Corto 2-4	198 "	64.07
	Medio 5-6	105 "	33.98
	Largo 7-9	6 "	1.94
Ancho folíolos (cm)	Corto 1-2	124 "	40.39
	Medio 3-4	181 "	58.95
	Largo 5-6	2 "	0.65
Longitud estípulas (cm)	Corto 2-4	26 "	8.44
	Medio 5-7	205 "	66.55
	Largo 8-12	77 "	25.00
Ancho estípulas (cm)	Corto 1-2	18 "	5.84
	Medio 3-4	229 "	74.35
	Largo 5-7	61 "	19.80
Color de la flor	Blanca	292 "	90.60
	Morada	27 "	8.41
	Rosada	2 "	0.62
Número de folíolos	Bajo 2-3	46 "	14.98
	Medio 4-5	215 "	70.03
	Alto 6 ó más	46 "	14.98
Número de zarcillos	Poco 1-3	25 "	8.19
	Medio 5-7	275 "	90.16
	Alto 9 ó más	5 "	1.63
Número de flores por inflorescencia	Entre 1-2	184 "	60.92
	Todas tienen 2	111 "	36.75
	3 ó más	7 "	2.31

Continuación Cuadro 1....

DESCRIPTOR	ESTADO del DESCRIPTOR	Nº DE LAS COLECCIONES	FRECUENCIA (%)
Longitud de vainas (cm)	Corto 4-6	133 "	45.23
	Medio 7-9	156 "	53.06
	Largo 10 ó más	5 "	1.70
Nivel de fructificación (frutos fecundados)	Bajo 4-57	222 "	75.51
	Medio 58-111	58 "	19.72
	Alto 112-163	14 "	4.78
Peso de 50 granos (g)	Bajo 5-8	8 "	22.22
	Medio 10-14	23 "	63.88
	Alto 15-20	5 "	13.88
Tipo de crecimiento	Voluble	244 "	70.01
	Arbustivo	59 "	18.38
	Semivoluble	18 "	5.60
Peso de granos en 10 vainas (g)	Bajo 4-10	9 "	23.07
	Medio 11-20	20 "	51.28
	Alto 21 ó más	10 "	25.64
Número de vainas por planta	Bajo 2-30	193 "	66.55
	Medio 31-60	81 "	27.93
	Alto 61 ó más	16 "	5.51
Embriones en 5 vainas	Pocos 19-30	46 "	16.37
	Medio 31-40	187 "	66.54
	Altos 41-50	48 "	17.09
Número de semillas en 5 vainas	Pocas 5-15	21 "	7.47
	Medio 17-28	198 "	70.46
	Alto 29-40	62 "	22.07
Días a 1ª cosecha de grano verde	Precozes 69-84	17 "	43.58
	Intermedias 85-100	11 "	28.21
	Tardías 101-115	11 "	28.21
Días a 1ª cosecha de grano seco	Precozes 100-111	8 "	21.05
	Intermedias 112-123	18 "	47.37
	Tardías 124-133	12 "	31.58
Color del del grano	Verde	8 "	20.51
	Crema	29 "	74.35
	Verde-crema	2 "	5.12
Superficie del grano	4 = ligeram.arrugada	5 "	12.82
	1 = lisa	5 "	12.82
	3 = con agujeritos	12 "	30.76
	5 = arrugada	2 "	5.12
	2 = lisa con arrugas	15 "	38.46
Forma del grano	8 = irregular	1 "	2.56
	1 = redonda	4 "	10.25
	2 = redonda-angular	8 "	28.25
	6 = aplanada	1 "	2.56
	4 = oval-elongada	3 "	7.69
	3 = angular	7 "	17.94
	7 = rectangular, varias formas	4 "	10.25
5 = esférica	8 "	20.51	
Tamaño del grano	Grande	9 "	23.00
	Mediano	24 "	61.53
	Pequeño	3 "	7.69
	Varias en un mismo material	5 "	7.69

LINEAMIENTOS SOBRE EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LA ARVEJA (Pisum sativum)

Mario Lobo y Emile Girard *

La arveja Pisum sativum L. es una especie diploide, con un número básico de cromosomas $n = 7$ (Khvostova, 1985). Linneo, inicialmente 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. elatius, P. formosum, P. fulvum, P. humile, P. jomardi y P. transcaucasicum (Gritton, 1986). Lamprecht (1974) consideró a P. aucheri y P. formosum como materiales perennes, como una sola especie y los clasificó dentro del género Alophotropis. Otros autores incluyen a 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 grupo taxonómico corresponden a ecotipos (Gritton, 1986).

La flor de la arveja es zigomorfa, o sea que puede ser dividida en dos partes simétricas; el cáliz está compuesto por 5 sépalos unidos entre sí; dos de los sépalos están detrás del estandarte, dos sosteniendo las alas y uno soporta la quilla (Gritton, 1986). Nueve de los 10 estambres están fusionados formando un tubo seminal 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 al nivel del borde superior de la quilla contra el estilo; el ovario tiene un carpelo cuyas márgenes se unen a lo largo de un lado y contiene hasta 13 óvulos colocados en forma alterna en las 2 placentas; el estilo de la flor 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 elíptico y pegajoso (Gritton, 1986). El estigma es receptivo desde varios días antes de la antesis hasta uno o dos días después de que la flor se seca (Warnock y Hagendorn, 1954), permaneciendo el polen viable durante varios días después de la dehiscencia de las anteras (Gritton, 1986). La

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

polinización cruzada en arveja usualmente es nula o muy baja, pero puede llegar a valores del 60% según señaló Harland (1948) bajo condiciones del Perú. La flor es cleistógama, ocurriendo la autopolinización 24 horas antes de la antesis o apertura de la flor (Cooper, 1938). El polen es binucleado, produciéndose la división del núcleo generativo dentro del tubo polínico. El polen de arveja puede almacenarse por cierto tiempo después de que se le somete a un secado mediante presión parcial al vacío.

Los cruzamientos en esta especie se realizan en forma relativamente fácil, necesitándose un par de pinzas de punta recta para emasculiar la flor, alcohol de 95% para destruir polen extraño, etiquetas y un lápiz; adicionalmente, en algunos lugares, se utilizan cápsulas de gelatina (00) para cubrir las flores cruzadas y evitar una contaminación causada por la polinización cruzada por insectos. Esta técnica de protección de flores 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 mucho cuidado de remover los 10 estambres. El polen del progenitor masculino es más abundante en anteras recientemente abiertas, lo cual generalmente se presenta cuando los pétalos comienzan a abrirse en la flor. Layne y Hagedorn (1963) indicaron que el polen se puede almacenar hasta por 6 días sin tratamiento alguno. Por otro lado, si se le somete a un secado al vacío y se almacena a -25°C , el polen podrá conservarse hasta por un año. Para realizar la polinización artificial, se puede utilizar el polen que recubre los pelos del estilo y con este polinizar la flor emasculada mediante un frotamiento suave. Las flores en las cuales se obtiene mayor éxito en el prendimiento de cruces artificiales, son las flores más bajas de la planta, o sea aquellas que se forman en los primeros nudos florales.

Un programa de mejoramiento genético de arveja, debe cimentarse con objetivos bien definidos a corto, mediano y largo plazos y fijar metas cuantificadas en el tiempo y el espacio. Lo anterior debe analizarse y diseñarse para cada país o cada zona productora. Como ejemplo, el programa de mejoramiento de arveja en el ICA de Colombia ha establecido los siguientes objetivos generales (Girard y Lobo, 1987).

1. Mejoramiento de variedades tradicionales (de amplia adaptación) para alcanzar altos rendimientos, una mejor distribución de las vainas en la planta, menos follaje, vainas de mayor tamaño y un grano seco de color verde.

2. Caracterización del germoplasma local e internacional con el fin de reconocer genes útiles que coadyuven al mejoramiento de las variedades locales.
3. Utilización de genes deseables para fines específicos incluyendo aquellos que proporcionan resistencia a enfermedades.

Con respecto a métodos de mejoramiento genético en arveja, al igual que la mayoría de plantas autógamas, se ha venido realizando inicialmente una selección individual y masal dentro de poblaciones heterogéneas y, posteriormente, al efectuar cruzamientos, el manejo de las poblaciones segregantes se sigue 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 simple de semilla, en la cual, empezando en cada familia F₂, se toma una semilla de cada planta F₂, se mezclan masalmente, lo cual dará origen a una población en generaciones sucesivas, conservándose de esta forma una variabilidad máxima con eliminación de la selección natural (Pierce, 1977).

Los esquemas recurrentes, métodos sistemáticos para incrementar la frecuencia de genes favorables, reteniéndose 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 la frecuencia de cruzamientos para que se puedan superar los defectos que han sido señalados en métodos convencionales de mejoramiento genético en plantas autógamas como son: acumulación de bloques de ligamiento de genes y baja variabilidad y recombinación. En relación al contexto anterior, Jensen (1970), propuso el llamado método dialéctico selectivo. En este método se selecciona un grupo de padres y se realiza una primera serie de cruzamientos entre ellos; con los híbridos obtenidos se forma un grupo dialéctico y luego con plantas F₁ y F₂ derivadas de este grupo, se seleccionan características pre-establecidas, se verifican cruzamientos dirigidos y así en cada ciclo de cruzamientos se derivan líneas.

Para aumentar la frecuencia de intercruzamiento artificial, 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 el ICA de Colombia sobre tomate, planta igual-

mente autógena; teniéndose también en marcha, un trabajo de selección por resistencia a Ascochyta spp. en arveja en el cual se están haciendo cruzamientos múltiples convergentes entre líneas con cierto grado de resistencia.

Otra metodología de mejoramiento genético que se ha sugerido es la formación de Compuestos. Para ello, se produce una serie de híbridos; una vez desarrolladas las plantas F1, se colecta el polen, se mezcla y se polinizan todos y cada uno de los híbridos con esta mezcla, obteniéndose la semilla de las polinizaciones en forma masal. El método ha sido empleado en Colombia, con la especie tomate, por los autores del presente artículo.

En el mejoramiento de arveja, también ha jugado un papel importante la mutagénesis artificial, habiéndose iniciado este campo de acción en Rusia en 1930 mediante el uso de irradiaciones (autores citados por Khvostova, 1983).

Igualmente se han realizado estudios en Suecia, República Federal de Alemania, Holanda e Italia. Así, se han establecido para la irradiación de semillas y para obtener mutaciones visibles, dosis que van entre 5 y 15 KR (Khvostova, 1983). A nivel de substancias mutagénicas se han recomendado: etilenimina de 0.02 a 0.03%; etilmetano sulfonato de 0.15 a 0.2%; dietil-sulfato de 0.05 a 0.1%; dimetil sulfato de 0.02 a 0.025%; N-nitrosoetil urea de 0.012 a 0.025%; N-nitrosometil urea de 0.01 a 0.015% (Khvostova, 1983), considerándose superiores los métodos químicos. La mutagénesis artificial ha sido empleada con varias finalidades como son: obtención de 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. HARIAND, 1948. Inheritance of immunity to mildew in Peruvian Forms of Pisum sativum. *Heredity* 2:263-269.
5. HENSEN, N.I. 1970. A diallel selective mating system for cereal breeding. *Crop Science* 10(6):629-635.
6. KHVOSTOVA, V.V. 1983. Genetics and 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: *Steirerische 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 viability of pea pollen. *Crop. Sci.* 3:433-436.
9. PEIRCE, L.C. 1977. Impact of single seed descent in selecting 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.) *Agronomy J.* 46:274-277.

EL CULTIVO DE HABA EN COLOMBIA

Oscar Eduardo Checa *

INTRODUCCION

En Colombia existen regiones en las cuales el cultivo del haba constituye una actividad importante desde el punto de vista económico y social, estas regiones se encuentran en las zonas frías de los departamentos de Nariño, Boyacá, Cundinamarca, Cauca y Santander, con alturas superiores a los 2.000 msnm.

Se calcula que en el país se dedican al cultivo de haba aproximadamente 7.000 ha/año, considerándose como una de las pocas alternativas de rotación de cultivos en zonas superiores a 2.900 msnm, debido a que este leguminosa presenta un cierto grado de resistencia a las heladas.

EPOCAS DE SIEMBRA

Generalmente, la época de siembra del haba coincide con los períodos de mayor precipitación. En el sur del país, el 65% de las siembras se realizan durante el segundo semestre del año; sin embargo, existen regiones en las cuales no hay épocas de siembra bien definidas debido a que presentan una menor variación en la distribución de las lluvias durante todos los meses del año.

VARIEDADES

En Colombia se utilizan variedades criollas seleccionadas localmente, las cuales no tienen altos rendimientos pero son de gran aceptación en el mercado. En Nariño se siembran variedades regionales diferenciadas por el color de la semilla; encontrándose semillas de color blanco, verde, rojo y morado, aunque el 80% de los agricultores siembran variedades de granos blancos que son las que tienen

* I.A. Investigador, Sección Hortalizas. Centro Regional de Investigación Obonuco. A.A. 339. Pasto, Nariño, Colombia.

un mejor precio en el mercado.

En el sur del país, la variedad "Blanca Regional" es la que ha dado mejores resultados y se caracteriza por presentar semillas grandes y blancas, alto macollamiento (de 7 a 9 macollas/planta), ser susceptible a mancha chocolate Botrytis fabae, en zonas superiores a los 3.000 msnm y tolerante a Roya. Las plantas son tardías, requiriendo entre 7 y 9 meses para su producción en vaina verde, y de 8 a 10 meses para la producción en grano seco. Su rendimiento promedio es de 16 a 20 t/ha en verde y de 1.6 t/ha en grano seco.

Otra variedad de haba cultivada por el agricultor colombiano es la llamada "Beso de Novia" (3), caracterizada por presentar semillas de color blanco con una mancha roja; esta variedad presenta características agronómicas semejantes a la variedad "Blanca Regional" y es altamente susceptible al virus moteado del haba. Su siembra ha disminuido notoriamente debido a que tiene un menor precio en el mercado.

En general, estas variedades regionales son desuniformes, asumiéndose que son mezclas de varias líneas.

Existen otras variedades criollas de semilla pequeña comúnmente llamadas "Habillas", las cuales son utilizadas por el agricultor para autoconsumo, debido a que tienen bajos precios en el mercado; sin embargo, estas variedades presentan altos rendimientos.

CLIMA Y SUELO

En Colombia se cultiva haba desde 2.000 hasta 3.200 msnm, creciendo bien en casi toda clase de suelos siempre y cuando haya una buena humedad disponible (2). Sin embargo, las habas se desarrollan mejor en suelos orgánicos con drenaje profundo. En suelos arcillosos, o muy arenosos, el desarrollo de la planta es menor afectándose su rendimiento.

PREPARACION DEL SUELO

Siendo el haba muy común en la rotación de cultivos, generalmente se siembra sobre el rastrojo de trigo, cebada, maíz, etc. En estos casos, el agricultor realiza una arada, una rastrillada y luego siembra el haba. Cuando el cultivo anterior ha sido papa, únicamente se realiza una rastrillada antes de la siembra.

CANTIDAD DE SEMILLA Y DISTANCIA DE SIEMBRA

La cantidad de semilla que se usa oscila entre 60 y 100 kg/ha dependiendo del tamaño de los granos, la variedad y la distancia de siembra. La semilla debe escogerse por su mejor tamaño y sanidad. Es conveniente eliminar los granos manchados y quebrados, para evitar la transmisión de enfermedades por semilla y asegurar el mayor porcentaje posible de germinación.

En cuanto a las distancias de siembra, estas varían de acuerdo con la variedad empleada, la altura sobre el nivel del mar y la región en donde se desarrolla el cultivo. En los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, la siembra se hace a 0.90 m entre surcos y 0.50 m entre plantas, depositando 3 semillas por sitio. En regiones del departamento de Nariño, con alturas inferiores a 3.000 msnm, se utilizan distancias de 1.00 m entre surcos y 0.80 m entre plantas, depositando 2 a 3 semillas por sitio. En regiones con alturas superiores a 3.000 msnm se observan cultivos sembrados a 1.20 m entre surcos y 0.30 a 0.40 m entre plantas, depositando 3 semillas por sitio.

FERTILIZACION

Algunos agricultores hacen uso de abono orgánico descompuesto para la fertilización del haba, el cual se coloca sobre la semilla. La fertilización química se debe hacer con base en los resultados previos de un análisis de suelos. Sin embargo, en términos generales se recomiendan aplicaciones de 150 a 300 kg de (10-30-10) ó (13-26-6) por hectárea. Generalmente se recomiendan aplicaciones de fósforo, debido a que el cultivo de haba se desarrolla en suelos Inceptisoles del suborden Andepts.

Cuando el cultivo anterior es papa, generalmente no se aplica ningún tipo de fertilizante al haba.

En cuanto a la época de aplicación del fertilizante en aquellas áreas donde se realiza esa labor, existen dos sistemas de abonamiento. El primero consiste en la aplicación del fertilizante al momento de la siembra, colocándolo a un lado de la semilla. En el segundo sistema, el fertilizante se aplica al momento del aporque, colocándolo alrededor de las plantas. No se ha establecido aún cual de los dos sistemas ofrece mejores resultados.

SISTEMAS DE SIEMBRA

En Colombia el cultivo de haba se siembra en un 70% bajo el sistema de monocultivo y un 30% intercalado en la asociación de maíz - frijol. Se ha observado que cuando el haba se siembra en esta asociación, los rendimientos bajan hasta 7 toneladas por hectárea en vaina verde o hasta 500 kg/ha en grano seco.

LABORES CULTURALES

Aún cuando el haba permite el uso de algunos herbicidas en pre-emergencia, el agricultor utiliza la deshierba manual que generalmente se realiza de los 30 a los 45 días después de la siembra, de acuerdo con el desarrollo del cultivo. De igual forma, se realiza de uno a dos aporques dependiendo de la duración del cultivo. El aporque es una labor que se efectúa con el fin de evitar el volcamiento de las plantas (1). Sin embargo, no se ha evaluado económicamente la conveniencia del aporque en las diferentes variedades utilizadas por el agricultor.

ENFERMIIDADES

Las enfermedades que más atacan el cultivo del haba en Colombia, son las causadas por hongos y virus.

Mancha de chocolate

Dentro de las enfermedades fungosas se encuentra la mancha chocolate causada por el hongo Botrytis fabae, la cual se considera limitante especialmente en las regiones de mayor altura y con lluvias frecuentes. Para su control, se pueden realizar aplicaciones de Maneb, Captan, Benomyl, Carbendazin, entre otros, en sus respectivas dosis comerciales. Se han observado también buenos resultados con aplicaciones preventivas de Maneb.

Roya

Otra de las enfermedades fungosas muy importantes es la roya, Uromyces fabae, la cual es controlada con productos químicos como Propiconzole, Oxycarboxin, Oxicloruro de Cobre.

Pudriciones radicales

Las pudriciones radicales causadas por el hongo Fusarium sp.

son un serio problema, el cual ha causado pérdidas hasta del 70% en algunas áreas y por el momento no se tiene ninguna solución efectiva para este problema.

Virus moteado del haba

Por otra parte, el virus moteado del haba constituye otro de los principales problemas del cultivo. La enfermedad se caracteriza por la presencia de manchas verde claro y verde oscuro sobre el limbo de la hoja. En algunas ocasiones las hojas se encrespan y cuando se presenta el ataque en plantas jóvenes, estas detienen su proceso de producción. Para disminuir el daño de esta enfermedad, se recomienda el uso de la semilla procedente de plantas sanas, al igual que el control de vectores como los áfidos (2).

PLAGAS

Barrenador del tallo del haba

Entre las plagas de mayor importancia económica en el haba encontramos al barrenador del tallo, Melanagromyza sp. (Diptera: Agromyzidae), siendo causante del 30% de las pérdidas de producción, en el sur del país.

El daño lo realiza la larva, la cual entra a la planta por el cuello del tallo barrenándolo en forma ascendente. El síntoma externo se presenta como secciones negras sobre el tallo y un amarillamiento entre las nervaduras de la hoja. Se ha observado que el daño de este barrenador se encuentra muy asociado con pudriciones causadas por Fusarium sp.

En la actualidad, el ICA de Colombia está realizando estudios de productos químicos para su control.

Minador de la hoja

El minador de la hoja del haba es una de las plagas que se han incrementado notoriamente a partir de 1986 en el sur del país. No se ha realizado aún la identificación de la especie, ni se ha evaluado el daño económico causado por esta plaga, pero el agricultor se muestra bastante preocupado al observar el aumento de las defoliaciones causadas por el minador.

Afidos o pulgones Aphis fabae (Scop)-Acyrtosiphom pisum Harris

Esta plaga se concentra en las partes altas del tallo donde succiona grandes cantidades de savia, frenando así el crecimiento de la planta y disminuyendo el rendimiento en cantidad y calidad. Un fuerte ataque de este insecto sin control, significa la pérdida total de la cosecha. La acción de estos áfidos sobre las vainas hacen un producto sucio y deforme. En forma adicional, estos insectos son vectores de enfermedades virósicas.

En vista de esto último, es muy importante combatir los áfidos en el cultivo a tiempo. Para su control se recomienda usar un insecticida sistémico de larga duración. Las aplicaciones de fosfamidon antes de la floración, en dosis de 1.5 litros por hectárea de producto comercial (Dimecrón), han dado buenos resultados (2).

Collarejos (Thrips)

En épocas secas de producción, los thrips constituyen un serio problema especialmente cuando las plantas son atacadas en las primeras etapas de su desarrollo. El síntoma se identifica como pequeños puntos negros en el haz de las hojas aunado con raspaduras brillantes. Cuando el ataque es severo, se presenta el enrollamiento de las hojas y la defoliación de la planta. El control químico se puede hacer con Metomil (Lannate), usando una dosis comercial.

MERCADEO DEL PRODUCTO

El haba es un cultivo que permite al agricultor la doble oportunidad de vender su cosecha, ya sea en vaina verde o en grano seco de acuerdo como se presentan los precios en el mercado. En general la mayor parte de los agricultores del sur del país prefieren vender su cosecha en vaina verde, pero hay épocas en las cuales el precio es muy bajo y, entonces, ellos dejan el cultivo para cosecharlo en grano seco. En Colombia no hay precios de sustentación o de garantía para este producto y por lo tanto se encuentra sujeto al mercadeo de oferta y demanda.

La industrialización del haba no es común en el país, por lo cual el producto generalmente se consume en forma directa. Aún así existen algunas empresas que están empezando a utilizar la harina de haba en mezclas con otros productos alimenticios.

COSECHA

Cuando se trata de cosechar haba en grano verde esta se realiza manualmente haciendo dos a tres recolecciones. Para efectuar estas recolecciones, se toman en cuenta los siguientes criterios (2):

- a. Las diferencias en tamaño entre las primeras y las últimas vainas formadas.
- b. La mayor cantidad de vainas que estén listas, teniendo en cuenta que habrá por lo menos dos recolecciones más.
- c. El tamaño de los granos.

La cosecha de haba en grano seco se efectúa también en forma manual, cuando las vainas se hayan secado totalmente. En Colombia, no se hace recolección mecánica de haba seca.

PRINCIPALES ACTIVIDADES DE INVESTIGACION SOBRE EL CULTIVO

Con el propósito de obtener nuevas tecnologías para mejorar las condiciones del cultivo del haba, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), a través de la Sección de Hortalizas, está desarrollando estudios para obtener nuevas variedades mejoradas de haba adaptadas a diversas zonas productoras y sistemas de cultivo en Colombia. Así mismo, se está estudiando más en detalle el barrenador del tallo del haba (Melanagromyza sp.).

Dentro del proyecto sobre la obtención de variedades mejoradas de haba, se cuenta con un banco de germoplasma que tiene por ahora 132 entradas. Este banco constituye la base principal para el mejoramiento genético de esta especie en Colombia. Por otra parte, se tienen proyectos cooperativos de investigación con otros países a través del PROCIANDINO y también con centros internacionales como el ICARDA, con el fin de intercambiar germoplasma y tecnología. En la actualidad se tienen cuatro líneas promisorias de haba obtenidas por selección individual de plantas, las cuales se caracterizan por su mayor precocidad, pues aventajan a las variedades regionales en 35 días.

BIBLIOGRAFIA

1. VAN HAEFF, J. 1980. El cultivo del haba en el Municipio de Pasto. En: Compendio curso sobre agricultura. ICA DRI Convenio Colombo Holandés. Pasto, Colombia. pp.55-61.
2. VAN HAEFF, J. and HIGUITA, F. 1981. Haba. En: Hortalizas, Manual de Asistencia Técnica N° 28. ICA, Bogotá. pp.229/244.
3. VAN HAEFF, J. 1982. Diagnóstico de la producción de hortalizas en el Municipio de Pasto. ICA DRI Convenio Colombo Holandés. Pasto, Colombia. pp.80-91.

Levantamiento de textos y diseño

Germán Pasquel Galarza

Impresión

IICA-PROCIANDINO

Nº de ejemplares

250

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA PARA LA SUBREGION ANDINA