

**RESISTENCIA
DURADERA
EN
CULTIVOS ALTO ANDINOS**

*L.H.M. Broers, editor
INIAP-WAU-DGIS*



**Memorias del Primer Taller sobre
Resistencia Duradera
en Cultivos Alto Andinos
de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú**

Quito, 30 de mayo - 3 de junio 1994

Prefacio

Se celebró un taller internacional sobre resistencia duradera a las plagas y enfermedades de los cultivos de la Región Andina en Quito, Ecuador, del 30 de mayo al 3 de junio de 1994. Científicos procedentes de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, así como un grupo de expertos reconocidos internacionalmente, se reunieron para evaluar los programas fitogenéticos de los programas nacionales de investigación en cuanto a la resistencia a plagas y enfermedades de los cultivos de la Región Andina. El objeto de dicha evaluación fue identificar y definir áreas científicas en las que los investigadores piensan que necesitan apoyo externo para mejorar los productos de la investigación, es decir, las variedades mejoradas con resistencia duradera a plagas y enfermedades para los pequeños agricultores.

En la Región Andina, la mayor parte de la agricultura se realiza en escala muy pequeña y es básicamente una empresa familiar en la que las mujeres juegan un papel particularmente importante (por ejemplo, en la comercialización de los productos). Las variedades nuevas podrían mejorar la situación de las familias campesinas, siempre que en su desarrollo se tomen en cuenta ciertas características como calidad, rendimiento y resistencia a plagas y enfermedades. Además, una vez generadas esas variedades, será necesario que los agricultores tengan acceso fácil a ellas para que puedan aprovecharlas. Resulta evidente que se requiere una intensa interacción entre agricultores y científicos a fin de lograr generar tecnologías nuevas que sean aceptables para los primeros.

Durante el taller, quedó claro que pequeños obstáculos económicos o científicos pueden a menudo ser la causa de que los programas no logren sus objetivos. Con base en información reunida durante el mismo, la Universidad Agrícola de Wageningen tratará de obtener fondos para los programas nacionales de parte del Ministerio Holandés de la Cooperación para el Desarrollo Internacional; éstos se destinarían a un programa fitogenético orientado a obtener resistencia a enfermedades en los cultivos de la Región Andina que mejoraría los productos generados por estos programas, es decir, variedades nuevas que sean ampliamente aceptadas por los agricultores.

En estas memorias, los 29 trabajos aportados fueron separados en cuatro secciones, de acuerdo con los cultivos de los que tratan. Cada sección se inicia con la ponencia de un experto internacional. El tema de la primera sección son las enfermedades del trigo y la cebada; el de la segunda, las del maíz; de la tercera, las del frijol y las habas; y de la última, las de la papa, las frutas andinas y la quinua. Espero que este documento proporcione un panorama general de las actividades fitogenéticas que se realizan en la Región Andina. Además, creo que las aportaciones de los expertos lo hacen valioso como base para trabajos posteriores en el campo de la resistencia duradera.

Me gustaría dar las gracias a todos los científicos participantes por los esfuerzos dedicados a preparar sus ponencias; a ellos se debe el gran éxito del taller.

Fue posible organizar desde México un taller en Ecuador, gracias a la asistencia del comité organizador ecuatoriano. El personal de la Estación Experimental Sta. Catalina del INIAP en Ecuador constituyó un comité muy dedicado y eficiente que se encargó de todos los detalles organizativos; mi agradecimiento a cada uno de sus miembros por su apoyo. Por otra parte, reconozco la ayuda administrativa brindada por el CIMMYT, y agradezco muy especialmente la cooperación de Alma McNab, quien tradujo algunos de los documentos.

Por último, mi profundo reconocimiento al Ministerio Holandés de la Cooperación para el Desarrollo Internacional por su ayuda económica, sin la que no hubiera sido posible celebrar este taller.

León Broers, Editor
México
Octubre de 1994

CULTIVO: FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN ECUADOR

Eduardo Peralta I. y Eloy Mora C.
INIAP, Ecuador

Resumen

El fréjol voluble y arbustivo (*P. vulgaris* L.), es la leguminosa de grano comestible más importante en Ecuador por la superficie sembrada, cosechada, el consumo y la comercialización. En el país se siembran aproximadamente 54.000 ha/año; el 92% se cultiva en la Sierra, el 5% en la Costa y el 3% en el Oriente. Se cultivan dos tipos de fréjol; los volubles o guiadores que se asocian con maíz y los arbustivos para unicultivo. El área de cultivo para volubles se ubica entre los 2200 y 2800 msnm y de los arbustivos entre 1600 y 2400 msnm, preferentemente en secano (asociado) y bajo riego en arbustivos. En el país existe tradición para consumir tanto en grano seco como en grano tierno.

El fréjol voluble tiene limitantes bióticos como: antracnosis, ascoquita, añublo de halo, virus del mosaico común y roya. El fréjol arbustivo es afectado por roya, oidio y mancha angular. Entre las plagas importantes están empoasca, chiza, mosca blanca, epinotia, minador de hoja y gorgojo.

El Programa Nacional de Leguminosas, con el apoyo del CIAT, durante algunos años ha evaluado germoplasma y ha seleccionado líneas promisorias y liberado variedades. Algunas poseen resistencia a tolerancia a las principales enfermedades (INIAP-412 TOA, INIAP-411, Imbabello, INIAP-413, Vilcabamba, INIAP-414, Yunguilla e INIAP-400).

Introducción

De las leguminosas de grano comestible que se cultivan en el país, el fréjol común constituye la especie más importante, tanto por la superficie sembrada, cosechada, como por el consumo y la comercialización interna y externa.

Área del cultivo

En 1992, en el país se sembraron 67870 ha y se cosecharon 62050 ha, con una producción de 27663 t en grano seco y 15532 t de vaina verde y un rendimiento promedio de 530 y 1480 kg/ha de grano seco y vaina verde respectivamente.

El promedio de los últimos 5 años (1988 - 1992) fue de 54465 ha cosechadas; las cuales se distribuyen así: 92% en la Sierra, 5% en la Costa y 3% en el Oriente, para grano seco y el 78% en la Sierra, 18% en la Costa y 4% en el Oriente para vaina verde.

Se estima que el 54% de la superficie cosechada es de fréjol voluble asociado con maíz y el 46% es de fréjol arbustivo (unicultivo).

La superficie de fréjol voluble puede aún ser mayor, ya que los datos reportados por INEC para maíz en asociación son del orden de las 106573 ha en promedio en los últimos 5 años y además se conoce que la principal asociación con maíz, es fréjol voluble.

Valor nutritivo

Las variedades mejoradas y líneas promisorias desarrolladas por el INIAP presentan contenidos de

proteína que varían entre 20 y 26% y de 66 a 72% de carbohidratos, en base seca.

Descripción del sistema de cultivo:

El fréjol voluble o guiador se cultiva asociado con maíz en más del 90%, con maíz y haba, maíz y quinua más cucurbitáceas y las áreas de producción se ubican entre 2200 y 2800 msnm, en condiciones de secano.

El fréjol arbustivo generalmente se produce en unicultivo (cultivo solo) y las áreas de producción se localizan en los valles cálidos de la Sierra, ubicados entre 1600 y 2400 msnm, bajo riego por gravedad y en algunos casos en condiciones de secano.

Producción y rendimiento

Según las estadísticas de INEC, en 1992 se cosecharon en el país 51770 ha de fréjol voluble y arbustivo en grano seco. De este total, en el sistema asociado se cosecharon 28180 ha y en unicultivo 23590 ha. De las 10280 ha cosechadas en vaina verde, 3820 fueron asociadas y 6460 en unicultivo.

En resumen, se puede decir que en la Sierra se cosecharon 55400 ha, en la Costa 4560 ha y en el Oriente 2090 ha, tanto para seco como para tierno.

Los rendimientos promedios nacionales están en el orden de los 600 kg/ha en grano seco y de 1415 kg/ha en vaina verde.

En evaluaciones realizadas por el Programa, los rendimientos en grano seco en siembras comerciales

de fréjol voluble no sobrepasan los 300 kg/ha y en arbustivos superan los 1500 kg/ha.

Tamaño promedio de las fincas

El tamaño de las fincas en las que se produce fréjol voluble asociado con maíz, en general son menores a 5 ha (66%). Para fréjol arbustivo las fincas están alrededor de 3 ha (80%).

Importancia del cultivo

Por área cultivada:

El fréjol voluble o guiador, es un componente importante de los sistemas de producción ubicados entre los 2200 y 2800 msnm. Es la principal especie que se asocia con maíz, en todas las provincias de la Sierra. Sobresalen por área cultivada: Imbabura, Azuay, Loja, Carchi, Bolívar y Chimborazo.

El fréjol arbustivo constituye el principal rubro de los cultivos anuales que se explotan en los valles de la Sierra (Chota, Guayllabamba, Patate, Yunguilla, Catamayo, etc.), en la estribaciones de la cordillera occidental (Pallatanga, Pangua, Noroccidente de Pichincha) y en la parte costanera (cuena baja del río Guayas). En los valles se realizan 2 siembras en el año y se estima que se producen 30000 t/año.

Por consumo

El consumo de fréjol en el país es considerado bajo, comparado con otros países de la Zona Andina. De acuerdo con un estudio de consumo en Ecuador, el consumo per cápita de fréjol seco es de 5.1 kg en la Costa y 4.5 en la Sierra. El fréjol en grano tierno se consume 5.0 kg en Costa y 5.4 kg/persona/año en la Sierra.

Por ingresos económicos

El fréjol constituye una fuente importante de ingresos económicos, puesto que los precios generalmente son atractivos, especialmente para aquellos de color canario y bayo de consumo nacional y de rojos moteados para exportación. Actualmente se estima que en fréjol arbustivo con una producción de 1500 kg/ha un costo de producción de \$/ 1'000.000 y un precio de venta de \$/ 1,600,00 el kg de grano comercial, se tiene una ganancia de \$/ 1'400.000 (US\$ 655,00), en tres meses.

Por costos de proteína

Por la crisis económica que afecta al país, para la mayoría de los ecuatorianos es cada vez más limitado el acceso a la proteína animal por su alto costo. El costo de la proteína del fréjol y otras leguminosas, es bajo, comparadas con otros alimentos. En 1993 el costo de 1 g de proteína de fréjol fue de 12 Sucres, frente a 33 Sucres de 1 g de proteína de carne de res. Las estadísticas señalan que al menos el 60% de la población sufre algún grado de desnutrición.

Mano de obra

El fréjol voluble y arbustivo es manejado por pequeños y medianos agricultores. Generalmente es la mano de obra familiar la que opera en la finca, además se trabaja con jornales ocasionales e intercambio con sus vecinos.

Factores bióticos limitantes

Enfermedades:

Fréjol Voluble: Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), en toda la Sierra.

Ascoquita (*Phoma exigua*), en toda la Sierra.

Añublo de halo (*Pseudomonas phaseolicola*), en la zona norte y central.

Virus (BCMV), en la zona sur.

Roya (*Uromyces appendiculatus*), en la zona norte.

Fréjol arbustivo: Roya (*U. appendiculatus*), en la zona norte y sur.

Oidio (*Erysiphe* sp.), en toda la Sierra.

Mancha angular (*Isariopsis griseola*), en zona norte y zona sur.

En volubles, la antracnosis, ascoquita y bacteriosis, produce daños severos en hoja, vaina y grano, llegando a disminuir significativamente los rendimientos y la calidad. El virus, es limitante en las provincias de Cañar, Azuay y Loja; todos se transmiten por semilla pero ninguno tiene efecto en la salud humana.

En arbustivos, la roya es la enfermedad principal y se ha calculado que al no controlarse reduce el rendimiento entre el 30 y 40% dependiendo de la variedad y condiciones medioambientales. En el sistema asociado fréjol voluble-maíz, la generalidad de los agricultores no realizan controles químicos. En fréjol arbustivo en el valle del Chota, se realizan 4 aplicaciones en promedio durante el ciclo de cultivo (90 a 120 días) y por lo menos el 15% de los productores sufrió intoxicación al usar agroquímicos. Estos productos aplican por calendario o desarrollo fenológico del cultivo. Esta situación es similar en Loja, en los valles de Catamayo y Malacatos.

Plagas

Volubles: Empoasca o salta hojas (*Empoasca kraemeri*), en Azuay y Loja

Chiza (*Coleóptera-Scarabaeidae*), en Loja.

Arbustivos: Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), en zona norte

Empoasca o salta hojas (*Empoasca kraemeri*), en Azuay y Loja

Barrenador de la vaina (*Epinotia* sp.), en zona norte.

Epinotia y Chiza en Loja

Minador de la hoja (*Liriomyza* sp.)

Gorgojo (*Acanthoscelides obtectus*), en toda la Sierra.

Soluciones para el pequeño productor

Plaguicidas

Se han evaluado los productos más efectivos, dosis, épocas, formas de aplicación y se han seleccionado los tratamientos más económicos para arbustivos, a efecto de hacer uso racional de los agroquímicos.

MIPE

Durante tres años se ha trabajado con algunas metodologías MIPE en fréjol arbustivo para el manejo de roya y mosca blanca en Imbabura y empoasca en Loja. Se ha trabajado con germoplasma, evaluación de productos químicos, umbrales de acción y manejo agronómico. En este año, se está validando el combate de estas pestes de acuerdo al nivel de ataque y umbral de acción para reducir a una o dos aplicaciones de agroquímicos y abatir los costos de producción y reducir los problemas de contaminación.

Resistencia genética

Existe resistencia genética y se dispone de variedades como INIAP-400, INIAP-412 TOA (volubles), INIAP-411 Imbabelle e INIAP-414 Yunguilla, con resistencia a antracnosis.

Las variedades arbustivas INIAP-413 Vilcabamba e INIAP-414 Yunguilla, tienen resistencia intermedia a roya. Existen muchas fuentes de resistencia para roya y antracnosis en volubles y arbustivos en CIAT. Un verdadero problema es considerada la ascoquita por tener niveles de resistencia intermedia. La

obtención de las variedades no tiene costo para el agricultor, pero sí al INIAP en tiempo y recursos.

Esquema de actividades fitotécnicas

Pasado, presente y futuro

Se mantiene un banco de germoplasma con 203 accesiones de arbustivos y 204 de volubles. En los últimos tres años se han evaluado cientos de líneas mejoradas del CIAT, en diferentes ambientes y se ha identificado material promisorio para la zona norte y sur del país. Se han desarrollado tecnologías sobre el manejo del cultivo, como fechas de siembra, densidades, población, manejo de plagas y enfermedades. Se han desarrollado tecnologías para la producción de semilla de buena calidad tanto en fréjol arbustivo como en voluble. En el futuro se prevé fortalecer el programa de mejoramiento en la Estación Experimental "Chuquipata" para con el apoyo del CIAT evaluar segregantes en volubles.

Los métodos de mejoramiento han sido los de hibridación y selección, con material local, germoplasma introducido, líneas mejoradas y poblaciones CIAT.

Objetivos del programa

Generar y seleccionar variedades tolerantes a las principales enfermedades, de alto rendimiento y calidad de grano. Desarrollar mejores prácticas de manejo agronómico, con un enfoque hacia la sostenibilidad. Promover el uso de las nuevas tecnologías en busca de una mayor producción, así como el fomento al consumo de fréjol.

Papel del CIAT

1. Identificar fuentes de resistencia y ampliar base genética (para factores bióticos y abióticos).
2. Desarrollo de germoplasma comercial para el país (cruzas, segregantes, poblaciones).
3. Evaluación compartida de germoplasma, selección de padres e identificación de localidades, con el Programa nacional y locales.
4. Capacitación en aspectos específicos en CIAT o en cursos desarrollados en los países.
5. Proyectos compartidos de investigación (MIP, sequía, etc.).

Estrategia de selección

El Programa Nacional y el CIAT, identifica la diversidad genética (fuentes de resistencia) y realiza estudios de diversidad y evolución de los patógenos con resultados compartidos.

La estrategia de mejoramiento para resistencia se basa en estos resultados que básicamente es la amplificación de la variabilidad genética.

Los métodos experimentales, están constituidos por:

1. Viveros internacionales.
2. Técnicas de inoculación y evaluación en lugares problema.
3. Evaluación bajo condiciones de invernadero para mosaico común y antracnosis y los criterios dependen de la enfermedad.
4. Evaluaciones conjuntas de los ensayos en la que participan mejoradores, patólogos, agrónomos, etc. El Programa de Leguminosas en la Estación Experimental "Santa Catalina" cuenta con un fitopatólogo y el apoyo de los investigadores de los diferentes Departamentos.

En los últimos años, en todas las zonas se está trabajando conjuntamente con los agricultores en la selección de líneas promisorias, futuras variedades comerciales.

Experiencia con variedades con resistencia duradera a enfermedades.

El Programa de Leguminosas es relativamente joven y no se tiene información sobre este aspecto. Sin embargo se conoce la resistencia de la variedad INIAP-400 (Ecuador 1056 o ICA Llano Grande) como germoplasma local y la variedad INIAP-412 TOA introducida del ICA-Colombia con resistencia a antracnosis, obtenidas por selección e hibridación respectivamente.

Experiencia con variedades con resistencia no duradera.

En este aspecto no hay experiencia en el Programa Nacional de Leguminosas del INIAP.

Autoevaluación

El Programa requiere ayuda en la identificación de fuentes de resistencia y diversidad genética de patógenos, como en el desarrollo de poblaciones y líneas.

Descripción de un proyecto de mejoramiento.

Selección de resistencia amplia

CICLO I. Inoculación de viveros con mezcla de razas o infección natural. Varias localidades: a, b, c, d, ..., n. Se eliminarán materiales susceptibles y mal adaptados. Se seleccionará material intermedio resistente de buena adaptación.

CICLO II. Verificación de la resistencia de materiales resistentes o intermedios (invernadero y campo). Varias localidades.

CICLO III. Materiales con resistencia amplia a múltiples razas, se utilizará como: Padres para generar futuras variedades comerciales.