PN-ABE-353 64827

Informe Anual 1986

Programa de Frijol

Documento de Trabajo No. 37 1987

CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical

El CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical, es una institución de investigación y capacitación agrícolas, sin ánimo de lucro, dedicada a incrementar la producción de alimentos en las regiones tropicales en desarrollo. El CIAT es uno de los 13 centros internacionales de investigación agrícola bajo los auspicios del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAI).

El presupuesto básico del CIAT es financiado por un grupo de donantes. En 1987 tales donantes son: Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos de América, Francia, Holanda, Italia, Japón, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania, la República Popular de China, Suecia y Suiza. Las siguientes organizaciones son también donantes del CIAT en 1987: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Internacional para Reconstrucción y Fomento (BIRF), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), la Comunidad Económica Europea (CEE), el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA), la Fundación Ford, la Fundación Rockefeller, y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan, necesariamente, el punto de vista de las entidades mencionadas anteriormente.

Informe Anual 1986

Programa de Frijol

Documento de Trabajo No. 37 1987

CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical

C O N T E N I D O

Página

EL PROGRAMA DE FRIJOL 1

AVANCES EN 1986 5

CAPACITACION 11

I. ACTIVIDADES CON GERMOPLASMA DE FRIJOL

A. Colección, Multiplicación y Distribución de Germoplasma 21

B. Manejo de datos 33

C. Variabilidad genética a partir de biotecnologías 35

D. Variabilidad a partir de Hibridación Interespecífica 42

II. MEJORAMIENTO GENETICO Y ACTIVIDADES RELACIONADAS

A. Introducción 51

B. Mejoramiento de Características Individuales

1. Resistencia a enfermedades fungosas y bacterianas 52

2. Resistencia a enfermedades virosas 81

3. Resistencia a plagas invertebradas..... 96

4. Potencial de rendimiento 118

5. Adaptación a Temperatura-Fotoperíodo.... 137

6. Tolerancia a sequía..... 142

7. Tolerancia a suelos ácidos..... 147

8. Fijación de N 153

9. Calidad nutricional..... 165

10. Habichuela 171

C. Evaluación en Viveros Uniformes

1. VEF..... 173

2. EP

3. IBYAN

D. Actividades Regionales

1. América Central y El Caribe..... 186
2. Brasil..... 208
3. Perú..... 233
4. Altiplanos Mejicanos..... 240
5. Argentina/Asia Oriental..... 241
6. Zona Andina..... 244
7. Africa
   a. Región de Los Grandes Lagos... 247
   b. Africa Oriental..... 296
   c. Africa del Sur..... 302
8. Colaboración IVT-CIAT..... 304

III. EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PRACTICAS ECONOMICAS

A. Investigación a nivel de Finca 308
B. Economía..... 322

IV. PERSONAL. 330

APENDICE I - LISTA DE INSTITUCIONES COLABORATIVAS 332
APRENDICE II - LISTA DE ACCESIONES DE P. VULGARIS 336

EL PROGRAMA

El objetivo del Programa de Fríjol consiste en desarrollar en estrecha colaboración con programas nacionales, tecnología que aumentará la producción y productividad del fríjol.

El principal productor de fríjol es un pequeño agricultor con escaso capital y acceso limitado al crédito y a la información de extensión. Los rendimientos en fríjol son bajos. Los principales factores responsables por los bajos rendimientos son: la alta presión de enfermedades y de insectos que afectan al cultivo; la sequía; la baja densidad de plantas (para reducir presión por enfermedad); y la renuencia de los agricultores a invertir debido al riesgo y a la falta de acceso al dinero para hacerlo. Por lo tanto, el programa de fríjol escogió la estrategia para incrementar rendimientos y producción basándose en tres actividades principales:

1. Mejoramiento genético
2. Fortalecimiento de los Programas Nacionales
3. Investigación básica dirigida a los problemas de los productores de fríjol.

1. Mejoramiento Genético

Debe darse prioridad al mejoramiento genético para obtener fríjoles de más estables y superiores rendimientos por medio del desarrollo de germoplasma con resistencia múltiple a enfermedades e insectos y con un incremento de tolerancia a la sequía. Los objetivos a largo plazo incluyen: la tolerancia a suelos moderadamente ácidos, el mejoramiento de la habilidad genética para fijación simbiótica de nitrógeno, y el incremento del potencial de rendimiento. En resumen, el Programa de Fríjol considera que la mejor forma de dar apoyo a los programas nacionales para que logren mejorar la producción de fríjol, es ayudándolos en el desarrollo de variedades mejoradas. Una vez que variedades más estables, y de más alto rendimiento estén disponibles, se espera que los agricultores correspondan con un agronomía mejorada. El uso de variedades con resistencia múltiple a enfermedades y con incremento en el potencial de rendimiento puede formar el tercer nivel de incremento en el rendimiento. El programa desarrolla tecnología de escala neutral, con preferencia hacia el pequeño agricultor.

Las nuevas variedades de fríjol no solo deben producir más altos rendimientos a nivel de fincas sino también tener el tamaño de grano apropiado y el color requerido, y acomodarse a los sistemas de producción de los agricultores que frecuentemente incluyen maíz en asociación directo o en relevo.

Como el Programa de Fríjol debe hacer mejoramiento genético para diferentes tipos de grano de fríjol, para muchos sistemas de cultivos y zonas ecológicas, la experiencia ha mostrado que es necesario una descentralización del programa de mejoramiento en la cual CIAT desarrolle principalmente las poblaciones básicas y los programas nacionales jueguen un papel importante en el desarrollo y promoción de nuevas variedades.

Las actividades de mejoramiento genéticc están divididas por regiones de producción (las cuáles automáticamente incluyen la separación por grupos de color y tamaño de grano, prioridad en complejos de enfermedades, y a menudo por sistemas de cultivo). En consecuencia, mientras el programa de mejoramiento trabaja para un juego complejo de requisitos de producción, solamente se atiende una parte de las restricciones para cada región de producción.

La variabilidad genética en fríjol se obtiene de las 35.000 accesiones existentes en el banco de germoplasma que está bajo la responsabilidad de la Unidad de Recursos Genéticos. Pero no obstante el tamaño y la representatividad de esta colección la variabilidad genética para características específicas frecuentemente no se expresan a niveles suficientemente altos para resolver los impedimentos en la producción. Por lo tanto, cada fitomejorador no solo desarrolla cultivares sino que también coopera con las disciplinas particulares para desarrollar niveles máximos de mejoramiento de caracteres, por ejemplo, resistencia al mosaico dorado del fríjol (BGMV), tolerancia a sequía, resistencia al añublo bacteriano, tolerancia a saltahojas, resistencia a la mancha por Ascochyta, habilidad para fijar nitrógeno, potencial para alto rendimiento, características arquitectónicas, etc. Entonces, líneas con altos niveles de expresión de caracteres específicos se usan para obtener recombinaciones con factores múltiples en las actividades de mejoramiento de cultivares.

Anteriormente los programas nacionales contaban con los IBYAN como fuente principal de posibles nuevas variedades. Sin embargo, con el incremento en la habilidad para manejar viveros, para seleccionar en etapas tempranas, y con el reconocimiento de que la adaptación local es altamente deseable, la mayoría de los programas nacionales prefieren recibir ahora materiales del VEF o materiales en generación temprana (F_2 en adelante) obtenidos de cruces planeados en forma conjunta por el programa nacional y los científicos de CIAT. Antes de hacer un despacho internacional el laboratorio de salud de semilla en la Unidad de Recursos Genéticos saca muestreos del germoplasma para asegurarse de que la semilla está libre de patógenos y virus.

De la anterior filosofía y práctica, es obvio que el Programa de Fríjol enfatiza fuertemente en el mejoramiento varietal y considera que el mejoramiento de las prácticas agronómicas se investiga mejor a nivel de los programas nacionales y que estas deben ser implementadas cuando está disponible una nueva variedad. Fundamentales en este proceso son el agrónomo de sistema de cultivos (investigación a nivel de fincas) y el economista, quienes aseguran que los fitomejoradores se familiaricen con los sistemas a los cuáles deben adaptarse las nuevas variedades y que se establezca la comunicación necesaria entre el agricultor, el extensionista y el investigador. Además, adaptan metodologías de investigación a nivel de finca de tal manera que los programas nacionales desarrollen, en regiones específicas, una agronomía adecuada alrededor de las nuevas variedades.

2. Fortalecimiento de los Programas Nacionales

Después del mejoramiento genético, el programa ha dado alta prioridad a la ayuda de los países productores de fríjol para desarrollar fuertes programas de fríjol. El objetivo final es llegar a la autosuficiencia en investigación a nivel de los programas nacionales. Ya que la diversidad de sistemas de cultivos, los problemas de producción y los requerimientos del consumidor hacen imposible que CIAT atienda todas las necesidades.

El CIAT ofrece capacitación en cursos de investigación o en especialización, capacitación científico a científico a través de programas colaborativos de investigación en el CIAT. Cada vez más, la capacitación es conducida dentro de los programas nacionales, con el apoyo de CIAT. En esto, son de mucha utilidad las unidades audiotutoriales las cuáles muestran un paquete de información en caset, libro y transparencias. Además de la capacitación orientada en ciertas disciplinas, CIAT ofrece la opción de conducción de tesis de investigación para grados universitarios avanzados. Los resultados de la capacitación se están haciendo visibles y muestran una evolución en la estrategia de capacitación del programa:

1. La selección descentralizada a partir de la generación F_2 en adelante, se está volviendo cada vez más importante.

2. Los cursos de capacitación organizados en el CIAT se están reemplazando por cursos en los países.

3. El concepto de investigación a nivel de finca se ha desarrollado por medio de un esfuerzo intensivo de capacitación, para asegurar la retroalimentación del programa de investigación y promover nueva tecnología a través de los programas de extensión.

El equipo espera que por medio de capacitación de posgrado, el liderazgo en investigación y la experiencia, los programas nacionales se desarrollarán a tal nivel que la red de investigación en fríjol llegará a ser un programa de investigación colaborativo mutuamente dependiente. Tales redes están compuestas de programas nacionales los cuáles comparten zonas ecológicas similares y donde cada programa nacional se especializa en ciertas áreas de investigación. La transferencia horizontal entre los países participantes asegurará un programa de investigación completo, el cuál no puede ser formado por cada pequeño programa en forma individual. Se ha comprobado que es más efectiva cuando están comprometidos muchos de estos pequeños programas nacionales de fríjol. Tradicionalmente, la red ha sido limitada a América Latina, sin embargo, desde el establecimiento del primer científico de fríjol en Africa en 1983, la expansión de la red a este continente ha llegado a ser una actividad importante. La formación de la integración de la red de investigación es mejorada por los miembros del staff de CIAT estacionados en los programas nacionales para fortalecer la investigación nacional y estimular la colaboración regional. Cuatro de tales redes han sido formadas por Centro América y el Caribe; los países de Africa Central formados por la comunidad económica de los Grandes Lagos, Oriente de Africa y Sur de Africa.

3. Investigación básica dirigida a los problemas de los productores de fríjol.

Como una creciente cantidad del mejoramiento genético se realiza a nivel de los programas nacionales, CIAT ha dado mayor énfasis a necesidades de la investigación básica para facilitar el mejoramiento genético y agronómico. Por ejemplo está la determinación del mecanismo y de la herencia de resistencias observadas, el mejoramiento de metodologías de investigación, y los estudios de interacciones en los sistemas de cultivos. Tal investigación es a menudo realizada en CIAT con la ayuda de la investigación en tesis de grado, o en estrecha colaboración con universidades y otros centros de investigación básica, preferiblemente en los países en vía de desarrollo.

Dichas estrategias han probado ser efectivas en el incremento de la producción de fríjol. Un marcado incremento en la producción de fríjol ha tenido lugar en ciertos países o en regiones de países seleccionados. Como ejemplos se puden citar Guatemala, Cuba, Costa Rica, Argentina, Estados de Brasil, y algunos Deptos. en el Perú. El fortalecimiento del Programa de fríjol está dado por el empeño de continuar la descentralización de la investigación en fríjol y de asumir cada vez más el papel de apoyo a la investigación nacional. Nuestro papel está tendiendo cada vez más a desarrollar y proporcionar variabilidad genética para los programas locales de mejoramiento, capacitación, desarrollo de metodología e información de investigación básica.

AVANCES 1986

El año de 1986 fue nuevamente un año muy activo. Nuestro objetivo de incrementar la producción de fríjol siguió concentrándose en el mejoramiento por tolerancia al estrés. El sistema descentralizado de mejoramiento genético dió lugar a un énfasis en el adiestramiento del personal científico de los programas nacionales. Se hizo mucho énfasis en la incorporación de las resistencias carentes en variedades liberadas mientras que se incrementaban los esfuerzos de adiestramiento en la evaluación de la nueva tecnología a nivel de finca.

Personal Científico

Durante 1986 el segundo de nuestros tres proyectos regionales en Africa recibió fondos y se inició de manera formal. Este proyecto, el Proyecto de Africa Oriental, se financia conjuntamente con la ayuda de USAID y CIDA para cuatro científicos, y el agrónomo líder del proyecto está radicado en Etiopía. Se han incluído un mejorador y un agrónomo en Uganda, y un economista para atender los proyectos africanos en general. Somalia también forma parte de este proyecto. Para el establecimiento del proyecto de Africa del Sur, el CIDA suministró una donación. La coordinación de este proyecto está localizada en Arusha, Tanzania. El proyecto cubre los países agrupados en el acuerdo de SACAR. Los tres proyectos anteriores, incluyendo el proyecto de los Grandes Lagos ya establecido, conforman el alcance de la estrategia de CIAT para el fríjol en Africa. Se nombrará un coordinador para todo Africa.

Los administradores y los científicos de los países del Proyecto de los Grandes Lagos durante su evaluación estuvieron de acuerdo en que la principal contribución del proyecto fué la variabilidad genética adicional que se obtuvo, como también, el establecimiento de los vínculos de investigación con los países vecinos. Durante la evaluación del proyecto de América Central se estuvo de acuerdo en que el éxito de este proyecto y la evolución de los programas nacionales garantizarán el establecimiento de un comité de coordinación con responsabilidades de dirección. La dirección de este proyecto será realizada por este comité compuesto de los líderes nacionales del equipo de fríjol. Se obtuvo documentación del impacto del proyecto en la producción de fríjol en Guatemala, Costa Rica y Cuba.

Se obtuvo una donación de DEGIS, Países Bajos, para realizar un estudio en habichuela, evaluar su consumo, demanda, problemas de producción y los beneficios sociales de la investigación. Esto conllevó a una recomendación del Panel de Revisión Externa de CIAT. Este estudio de dos años concluirá con una conferencia internacional sobre habichuela. Se terminó el crédito del Banco Mundial para financiar vínculos con los científicos de fríjol en Brasil. El CIAT puede absorber los costos en una parte de su presupuesto, mediante la reducción de las oficinas principales del programa de agronomía y la transferencia de sus recursos para financiar esta posición en Brasil.

Se financiaron varios proyectos colaborativos de investigación (para el colaborador externo) con instituciones en los Estados Unidos, Inglaterra, Alemania e Italia. Tales proyectos ayudan a resolver los problemas de investigación básica, los cuales limitan el progreso en nuestras tareas de investigación aplicada. Se incluyó en estos proyectos el servicio de cuarentena establecido con NVRS, Inglaterra, para traer germoplasma de fríjol Africano a Colombia vía Inglaterra.

Avances en Investigación

Mejoramiento de Germoplasma

La alta susceptibilidad de las variedades nativas al BCMV (especialmente los criollos de semilla roja precoz de América Central), han impedido su amplia utilización en el mejoramiento genético y la promoción de su producción. Al romperse el enlace entre el gen I y los colores rojos inestables, el gen I se incorpora ahora en un rango amplio de cultivares o de variedades criollas a través del retrocruzamiento o de un esquema modificado de retrocruzamiento. Las variedades criollas verdaderamente resistentes al BCMV estarán disponibles para su amplia evaluación y su utilización en los programas de mejoramiento a comienzos de 1987.

Otro aspecto de las actividades de mejoramiento genético es el mejoramiento de las deficiencias encontradas en las nuevas variedades recientemente liberadas. Algunas de estas actividades son la incorporación de la resistencia a la antracnosis en Talamanca, resistencia al añublo bacteriano común en EMGOPA - Ouro; y en otras líneas, el tamaño de la semilla se ha incrementado, (con resistencia incorporada a la bacteriosis común) en líneas excelentes de grano pequeño como BAT-1297. Las actividades del mejoramiento genético del programa del fríjol enfatizan tanto el desarrollo del germoplasma totalmente nuevo como también el mejoramiento del nuevo germoplasma superior para deficiencias específicas.

El Panel de Revisión Externa recomendó un mayor esfuerzo en el incremento del potencial del rendimiento del fríjol. Mientras que se adelanta un programa de mejoramiento genético, se realizaron estudios agronómicos para acompañar el germoplasma de rendimiento superior con las prácticas agronómicas apropiadas, tales como aplicación de nitrógeno en bandas y cambios en la densidad del cultivo y distancia entre surcos. Tanto el incremento de la densidad del cultivo como la disminución de la distancia entre surcos aumentó el rendimiento, aunque las aplicaciones de N en bandas en el primer ensayo realizado no incrementaron el rendimiento.

En las poblaciones con mutación, se seleccionaron plantas que carecían de la capacidad para fijar nitrógeno en un medio libre de N, con altas poblaciones de Rhizobium. Se identificaron plantas que no nodularon las cuales pueden servir como un testigo de nivel cero de fijación de nitrógeno lo cual eliminó la necesidad de utilizar como testigo en ensayos de fríjol especies no fijadoras como el sorgo. También, se seleccionaron plantas de estas mismas poblaciones con nódulos efectivos en niveles altos de nitrógeno, para desarrollar

plantas capaces de fijar nitrógeno en presencia del nitrógeno del suelo aun cuando los niveles sean inadecuados para el desarrollo normal de la planta.

La alta resistencia en las accesiones silvestres del fríjol común al brúquido Zabrotes subfasciatus se debe a la sustitución de una parte de la proteína faseolina por una nueva proteína, llamada arcelina. La presencia de esta proteína se está utilizando como una técnica rápida de selección para resistencia á Zabrotes subfasciatus. Este hallazgo de investigación se obtuvo en un proyecto en colaboración con la Universidad de Wisconsin. Se obtuvieron otros compuestos que pueden estar asociados con la resistencia a Acanthoselides obtectus en el TDRC, Inglaterra.

Se evaluó y se multiplicó la parte más importante de la colección de Phaseolus coccineus y un ensayo internacional sobre coccineus se distribuyó en diferentes países. Este germoplasma puede utilizarse directamente, además como un padre donante para el mejoramiento de la resistencia del fríjol común. Se inició la multiplicación de la colección de Phaseolus lunatus.

La resistencia superior al mosaico dorado (BGMV) identificada previamente se ha explotado posteriormente. El resultado de los cruces donde se involucraron estas fuentes de resistencia (p.e. Garapato, A 429, DOR 303 y otras) mostraron altos niveles de resistencia al BGMV y un buen desempeño bajo altas condiciones de estrés por BGMV. Sinembargo, tales líneas parecen no mantener su resistencia a los aislamientos brasileros del BGMV.

Se determinó la variabilidad de las razas del añublo bacteriano de halo y su distribución mediante una investigación en colaboración con NVRS, Inglaterra. Se encontraron cuatro razas, y se identificaron los padres para el mejoramiento de la resistencia a este importante problema de producción en Africa.

Talleres y Adiestramiento

El adiestramiento permanece como nuestra principal actividad después del desarrollo de nuevo germoplasma. Con anterioridad se reportó una sustitución de los cursos conducidos en CIAT por cursos en los respectivos países. Con frecuencia el énfasis en adiestramiento se hace a nivel de la investigación en finca. El objetivo de este enfoque es vincular la investigación y la extensión, para evaluar la nueva tecnología en la finca antes de su liberación y para incrementar la percepción de los problemas reales de los agricultores por el personal científico de investigación. De los diez cursos realizados (o auspiciados por CIAT) durante 1986, siete se relacionaron con la investigación en finca. Un aspecto importante de estos cursos es sus múltiples fases de ejecución. En cada fase sucesiva cada uno de los participantes reporta el progreso que se ha realizado en su región, lo cual se continúa con una discusión general que involucra a todos los participantes. Esta presentación uno a uno de los resultados ha demostrado ser la más útil.

Uno de los talleres realizados en CIAT reunió mejoradores de varias estaciones de investigación en México y sus respectivos directores. Los resultados de este taller indican que tanto los investigadores como la dirección de la investigación obtuvieron un mejor entendimiento de las posibilidades y de las limitaciones de la investigación en fríjol. Los administradores y los investigadores evaluaron conjuntamente los métodos y los progresos de la investigación y cómo distribuir ésta entre los agricultores. Se está investigando en forma contínua las metodologías de adiestramiento para mejorar continuamente la eficiencia de nuestros esfuerzos de adiestramiento.

Adopción y Liberación de variedades

Se liberaron nuevas variedades por varios programas nacionales durante 1986. ICTA-Ostua (JU 81-53) se liberó como una línea tolerante al BGMV en Guatemala. El propósito de su desarrollo y liberación fué suministrar líneas de maduración precoz, más tolerantes al BGMV que las liberadas anteriormente por el ICTA.

En Costa Rica se liberó la línea HT-7719 desarrollada regionalmente con el nombre de Cariari. La línea se liberó por su tolerancia a mustia. En Brasil se liberó BAT-48 como Sobradinho. En Perú se liberó Panamita Molinero (línea W 126 de MITA, Puerto Rico). En Ruanda se liberó A 197 como Ikinyange.

Con base en los estudios a nivel de finca se estima que las variedades del ICTA contribuyeron a incrementar la producción avaluada en 1985 en $US 2.06 millones de dólares en Guatemala, mientras que las nuevas variedades incrementaron la producción en Costa Rica aproximadamente en $US 2.7 millones de dólares y aún más en Argentina.

La falta de semilla de nuevas variedades se ha mostrado a menudo como el mayor cuello de botella para aumentar la adopción de nuevas variedades. Se promovieron métodos de producción de semilla a nivel de finca, en colaboración con la Unidad de Semillas. Algunos desarrollos promisorios tuvieron lugar en Colombia, donde se reunen pequeñas cooperativas locales para la producción de semilla para sus miembros. Una de estas cooperativas está en San Gil, Santander, y produjo aproximadamente 20 toneladas de semilla. Un programa similar se está desarrollando en Guatemala.

Impacto del Programa de Fríjol

Los gobiernos nacionales han liberado más de 100 variedades mejoradas que se obtuvieron a través de la red de CIAT, y en varios países nuevas variedades han sido ampliamente adoptadas. Se han realizado estudios con agricultores de fríjol para medir la adopción y el impacto de las nuevas variedades en Argentina, Costa Rica, Cuba, Guatemala y Nicaragua. Estos resultados se resumen en la tabla 1. Se presentan detalles de los resultados de investigación durante este año en el Reporte Anual previo, como también en posteriores publicaciones.

Se estima que en 1986 se sembraron 154 mil hectáreas con las nuevas variedades de fríjol derivadas a partir del germoplasma distribuido por el CIAT. La producción total de estas variedades fué 186.800 toneladas, y el incremento de la producción total debido a las nuevas variedades de mayor productividad que los materiales tradicionales fue de 49.400 toneladas. El valor total de la producción de las variedades mejoradas fué de 93.400.000 dólares (en 1985), mientras que el valor de la producción total adicional debido a las nuevas variedades sobre el que pudo haberse producido con las variedades tradicionales en 1986 fue de 24.700.000 dólares.

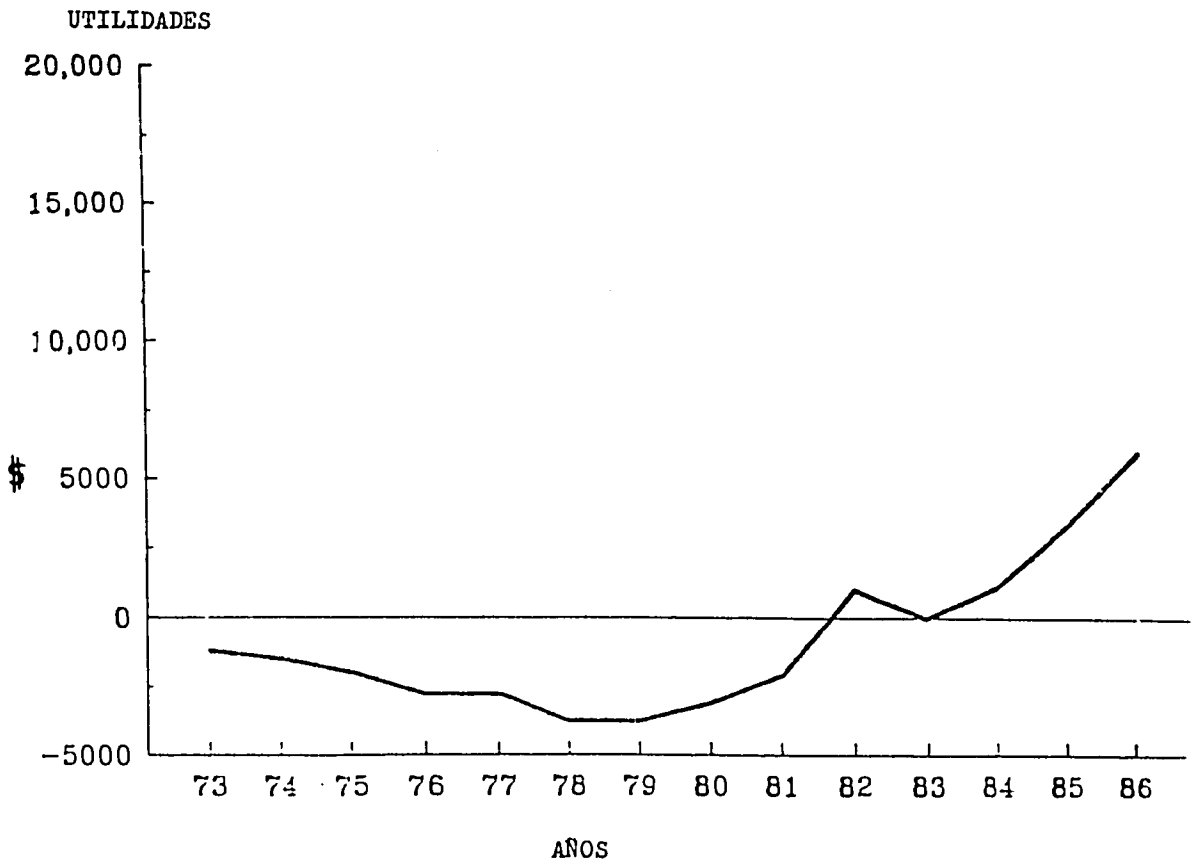
El monto de esta suma es aproximadamente cuatro veces los costos de investigación en fríjol, donde se incluye tanto los costos directos del programa y la distribución a prorrata de los costos no programados. Por supuesto los esfuerzos de los programas nacionales son la parte vital del éxito asegurado hasta aquí con las nuevas variedades de fríjol. En forma arbitraria se asignó a CIAT y a los programas nacionales una participación equitativa de los beneficios totales debido al mejoramiento de las variedades de fríjol, los beneficios netos (beneficios totales - costos de inversión) de la investigación de fríjol en el CIAT se presentan en la Figura 1. Esta muestra un período de incremento real neto de la inversión desde 1973 hasta 1979. Desde 1979 hacia adelante los beneficios empiezan a incrementarse, y desde 1983 hacia adelante el programa registra un período de incremento positivo y sustancial de los beneficios netos, alcanzando 5.9 millones en 1986.

Tabla 1. Impacto de las variedades mejoradas de fríjol, 1986.

País	Area en variedades mejoradas (ha)	Area (%) en variedades mejoradas	Producción de variedades mejoradas	Incremento de la producción por variedades mejoradas
Costa Rica	21,700	62	18,900	5,300
Guatemala	12,300	13	11,700	4,100
Nicaragua	14,000	17	11,200	2,800
Cuba	16,000	80	25,000	11,200
Argentina	90,000	40	120,000	26,000
TOTAL	154,000		186,800	49,400

Fuente: Estudios en Argentina, Costa Rica, Guatemala, Nicaragua; estimativos de Programas Nacionales en Cuba y Nicaragua.

Figura 1. Utilidades netas del programa de frijol del CIAT 1973-1986. ($US x 10^3).



CAPACITACION

Introducción

Los agricultores de las diversas regiones de un país y de país a país enfrentan restricciones diferentes para superar sus niveles actuales de producción. No son solamente los factores climáticos, biológicos y edáficos los que contribuyen a esta situación sino también el acceso y la disponibilidad de recursos, la infraestructura existente, los mercados, las costumbres, la tecnología local, etc. Por tal motivo las técnicas nuevas en cuyo desarrollo el CIAT participa y aquellas que está proponiendo junto con las instituciones nacionales como solución a los actuales problemas, responden a condiciones encontradas en cada región a través de los estudios socioeconómicos previamente realizados.

Objetivo

Este planteamiento implica que la búsqueda de germoplasma superior con características agronómicas mejoradas, como también la capacitación de técnicos nacionales se orienten hacia la identificación de soluciones con posibilidades de éxito bajo las condiciones establecidas. De esta manera, cuando se trata de nuevos materiales, el germoplasma promisorio no llega de una estación experimental para probarse a partir de etapas intermedias en las condiciones locales sino que, como se está produciendo para estas condiciones, allí se identifica como tal y posteriormente se prueba en fincas de agricultores y bajo sus sistemas de cultivo. Si en este proceso, el nuevo material, pasa las pruebas de adaptación y rendimiento, y el agricultor lo acepta como una alternativa buena a su problema, la institución nacional decide si lo recomienda como una nueva variedad o lo somete a nuevas pruebas. El proceso es el mismo para cualquier otra alternativa tecnológica. Por esta razón en 1986 se dió énfasis a la capacitación sobre Investigación en Fincas-Sistemas de Cultivo.

Cursos

De los diez eventos de capacitación realizados en los países con la colaboración de las instituciones nacionales, siete fueron sobre Investigación en Fincas. En esta capacitación participaron 157 técnicos de El Salvador, Costa Rica, Nicaragua, Perú y Honduras (Tabla 1). Adicionalmente 22 técnicos de varios países se capacitaron en la disciplina de Investigación en Fincas en la sede del CIAT, Colombia (Tabla 2). Con estos fueron 179 los técnicos que el CIAT capacitó en esta área.

Esta cifra, por sí sola, indica la importancia que los países y el CIAT han dado a la Investigación en Fincas o sea a la identificación de problemas prioritarios y sus causas en una región, y a la búsqueda e implementación de soluciones. Esto ha permitido identificar en cada país desde tecnologías listas para aplicar en determinadas situaciones problemáticas hasta un vacío completo de alternativas

tecnológicas para determinados problemas pasando por aquellas tecnologías que aún exigen validación adicional.

Logros

Como avance en los cursos conviene señalar que desde el punto de vista metodológico:

a. Las expectativas que los participantes traen permiten clasificarlos de acuerdo con sus intereses en la capacitación y en el curso mismo, en cuatro grupos: 1) Orientados, 2) Ambiciosos, 3) Apáticos y 4) Desubicados (Figura 1). Este conocimiento de la audiencia ayuda a sincronizar los intereses de los participantes con los objetivos de quienes organizan y orientan la capacitación.

b. La evaluación inicial de conocimientos permite a los participantes identificar sus deficiencias y buscar en el programa los temas relacionados con estas, lo cual motiva y aumenta el interés en las actividades programadas.

c. Las evaluaciones intermedias exigen un mínimo en las calificaciones para mantener el nivel académico de los cursos y poder clasificar a los participantes en el grupo de los aprobados o participantes.

d. El monitoreo o apoyo y orientación en las actividades programadas para realizar después de los cursos dan continuidad a la capacitación y la orientan hacia etapas más avanzadas.

e. Junto con los participantes, se revisa en que medida se lograron los objetivos propuestos así como los factores que influyeron positiva o negativamente, y ésto se está utilizando efectivamente como una ayuda para mejorar ediciones posteriores de cursos semejantes.

Este esfuerzo de capacitación tanto en la sede como en los países también contribuyó a los siguientes logros:

a. Aumentar la capacidad científica de las instituciones nacionales. Además de los cursos en los países y la sede, el CIAT apoyó el trabajo de investigación para la obtención de grados de Ph.D. y M.Sc. así como la capacitación en las disciplinas del programa (Tabla 2).

b. Se amplió la capacitación en los países. Es en 1986 cuando más técnicos se capacitan en sus propios países (204).

c. Se enfatizó la capacitación de técnicos nacionales en metodología de Investigación en Fincas (179), como ya se indicó, con el propósito de fortalecer la capacidad de las instituciones nacionales para identificar y buscar soluciones a sus propios problemas. Esto incluye también el fortalecimiento en las habilidades y criterios para usar la tecnología existente a nivel nacional y la información que oriente las futuras investigaciones.

d. La red de investigadores en fríjol recibió un refuerzo con una proporción mayor de Investigadores en Fincas.

Capacitación en Disciplinas

La capacitación en disciplinas se realiza normalmente en la sede del CIAT, Colombia.

En 1986 el CIAT capacitó en su sede a 76 técnicos (Tabla 3) procedentes de América, Africa, Europa y Asia.

La Tabla 2 señala las disciplinas y categorías de los profesionales capacitados. la disciplina que capacitó un mayor número de profesionales fué Investigación en Fincas (22 participantes).

El CIAT también realizó la XIII Fase Intensiva Multidisciplinaria de Investigación para la Producción de Fríjol, con 23 participantes (Tabla 1). La Tabla 4 (final) resume el listado total de los 76 investigadores capacitados en 1986 en CIAT, sus países, instituciones y disciplinas.

Reuniones de Trabajo

Durante el período del 21 al 25 de Abril se desarrolló el taller sobre metodología para la Evaluación Rutinaria de las características de Aceptabilidad del Fríjol. En este taller participaron 4 técnicos procedentes de El Salvador (CENTA), Guatemala (INCAP), Costa Rica (INCIENSA) y de Cuba (Ministerio de la Agricultura).

Además del 9 al 17 de junio se realizó la Reunión de trabajo de campo de Mejoradores de Fríjol en la que participaron 12 técnicos de INIFAP - México.

También del 15 al 19 de Septiembre se realizó la Reunión de Trabajo sobre Investigación en Fincas a la que asistieron 20 técnicos del ICA-Colombia.

Tabla 1. Cursos realizados en 1986

PAIS	NATURALEZA DEL CURSO	INSTITUCION COLABORADORA	NUMERO PARTICIPANTES
Cuba	Investigación y producción	Min. de la Agricultura	30
El Salvador	Inv. en fincas (I fase)	CENTA	13
Costa Rica	Inv. en fincas (I fase)	U. de C. R. MAG, CNP, ONS	28
Nicaragua	Inv. en fincas (I fase)	MIDINRA	23
Peru	Inv. en fincas (III fase)	INIPA	26
Honduras	Inv. en fincas (I fase)	Sec. Recursos Naturales	29
Mexico	Investigación	INIFAP	17
El Salvador	Inv. en fincas (II fase)	CENTA	10
Nicaragua	Inv. en fincas (II fase)	MIDINRA	28
Colombia	Investigación y producción (XIII (fase intensiva)	Internacional	23
		TOTAL	227

Tabla 2. Profesionales capacitados en el CIAT por programa o unidad, disciplina de especializaicón y categoría de capacitación en 1986.

	Categoría de Capacitación															
	Visitante Asociado				Investigador Visitante						Becario de estudio		curso multi - disciplinario intensivo			
Programa:Fríjol	TESIS PHD		NO. TESIS		TESIS MS		ESPECIALI - ZACION		ESPECIALIZACION MAS CURSO MULTI DISCIPLINARIO INTENSIVO						SUB-TOTALES	
	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses
Disciplina																
Agronomía							5	(16.3)	6	(28.8)	1	(11.2)			12	(56.3)
Economía					1	(9.1)	2	(15.8)							3	(24.9)
Entomología							3	(10.2)	1	(5.0)					4	(15.2)
Fincas-sistemas						19		(33.0)	3	(8.2)					22	(41.2)
Fisiología									1	(1.6)					1	(1.6)
Fitomejoramiento	1	(12.0)	1	(12.0)	1	(5.8)	1	(3.1)							4	(32.9)
Fitopatología							3	(12.8)							3	(12.8)
Germoplasma							1	(3.1)							1	(3.1)
Laboratorios							1	(0.3)							1	(0.3)
Mejoramiento							4	(12.2)							4	(12.2)
Micorriza							1	(1.0)							1	(1.0)
Patología							6	(10.8)	4	(14.5)	1	(4.9)			11	(30.2)
Producción													8	(8.9)	8	(8.9)
Virología							1	(1.6)							1	(1.6)
Total programa	1	(12.0)	1	(12.0)	2	(14.9)	47	(120.2)	15	(58.1)	2	(16.1)	8	(8.9)	76	(242.2)

Tabla 3. Número y meses-hombre de profesionales capacitados en el CIAT, por categoría en cada país de origen, durante 1986.

Programa:Fríjol	Categoría de Capacitación															
	Visitante Asociado		Investigador Visitante						Becario de estudio		curso multi - disciplinario intensivo					
	TESIS PHD		NO. TESIS		TESIS MS		ESPECIALI - ZACION		ESPECIALIZACION MAS CURSO MULTI DISCIPLINARIO INTENSIVO						SUB-TOTALES	
	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses
Latinoamérica y el Caribe																
Argentina							2	(5.0)							2	(5.0)
Bolivia									1	(5.1)					1	(5.1)
Brasil							1	(4.0)							1	(4.0)
Colombia							14	(24.2)					4	(4.4)	18	(28.6)
Costa Rica							2	(6.9)	3	(10.5)					5	(17.4)
Cuba							2	(5.9)							2	(5.9)
Ecuador									1	(2.8)			1	(1.1)	2	(3.9)
El Salvador							2	(5.6)							2	(5.6)
Guatemala					1	(5.8)	3	(7.7)	3	(15.0)	1	(4.9)			8	(33.4)
Haiti									1	(3.9)					1	(3.9)
Honduras							2	(6.8)							2	(6.8)
Mexico							1	(1.7)	3	(5.9)			2	(2.3)	6	(9.9)
Nicaragua							1	(4.2)	1	(4.8)			1	(1.1)	3	(10.11)
Panama											1	(11.2)			1	(11.2)
Peru							6	(12.9)	1	(5.1)					7	(18.0)
Rep. Dominicana							3	(2.3)	1	(5.0)					4	(7.3)
Otros países																
Asia																
Filipinas							1	(3.2)							1	(3.2)
Africa																
Etiopía							1	(1.9)							1	(1.9)
Tanzania							1	(1.9)							1	(1.9)
Uganda							1	(3.0)							1	(3.0)
Zaire							2	(5.5)							2	(5.5)
Países Desarrollados																
Alemania	1	(12.0)													1	(12.0)
Bélgica			1	(12.0)											1	(12.0)
Canada					1	(9.1)									1	(9.1)
Estados Unidos							1	(5.5)							1	(5.5)
Holanda							1	(12.0)							1	(12.0)
Total programa	1	(12.0)	1	(12.0)	2	(14.9)	47	(120.2)	15	(58.1)	2	(16.1)	8	(8.9)	76	(242.2)

Tabla 4. Programa Fríjol

NOMBRE		PAIS	INSTITUCION	DISCIPLINA	SUPERVISOR	MESES HOMBRE	ESTADO
Investigadores Visitantes Asociados, No. Tesis							
Schmit	Veronique	Belgica	Univ. de Gembloux	Fitomejoramiento	Davis J.	12	P
Investigadores Visitantes Asociados, Tesis PhD.							
Panse	Axel	Alemania	Univ. Friedrich Wilhelm	Fitomejoramiento	Davis J.	12	P
Participantes en la fase Multidisciplinaria Intensiva							
Alacaraz M.	Sandra	Colombia	CIAT	Producción	Lopez M.	1.1	C
Aragon C	Jose Javier	Colombia	ICA	Producción	Lopez M.	1.1	C
Camacho	Alberto	Nicaragua	Mindinra	Producción	Lopez M.	1.1	C
Cazares E.	Benito	Mexico	INIFAP	Producción	Lopez M.	1.1	C
Gonzáles M.	Alonso	Colombia	CIAT	Producción	Lopez M.	1.1	C
Ligarreto M.	Gustavo A	Colombia	INCA	Producción	Lopez M.	1.1	C
Salgado S.	Ernesto	México	INIFAP	Producción	Lopez M.	1.2	C
Zambrano M	Ely	Ecuador	INIAP	Producción	Lopez M.	1.1.	C

Investigadores Visitantes

Adames M.	Cristóbal	Rep. Dominicana	SEA	Patología	Gálvez G.	1	C
Amaro G.	Carmen	Cuba	Ministerio de Agricultura	Fitopatología	Pastor C. M.	3.3	C
Araya F	Carlos Manuel	Costa Rica	Universidad Nacional	Patología	Pastos C. M.	4.9	C
Arias R.	Jesus H.	Colombia	ICA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.7	C
Assefa	Habtu	Etiopia	Inst. of Agricultural Research	Patología	Pastor C. M.	1.9	C
Benavides M	Rolando	Nicaragua	Mindira	Agronomía	Voysest O.	4.8	C
Camacho B	Willy	Costa Rica	Consejo Nacional de Producción	Agronomía	Voysest O.	3.8	C
Chumbiacua R	Luis Alberto	Perú	INIPA	Virología	Morales F.	1.6	C
Cucalón S	Hernando	Colombia	CVC	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.7	C
Díaz A	Oswaldo Fidel	Honduras	Secretaría de Recursos Naturales	Entomología	Cardona C.	3.1	C
Díaz Acosta	Jose Manuel	Cuba	Empresa Arrocera Los Palacios	Agronomía	Voysest O.	2.6	C
Díaz C	Hector A	Guatemala	ICTA	Entomología	Cardona C.	5	C
García M.	Aurora S.	Argentina	INTA	Mejoramiento	Singh S.	2.9	C
García P.	Eddy A.	Nicaragua	Midinra	Entomología	Cardona C.	4.2	C
Gordon G.	Juán José	Guatemala	ICTA	Agronomía	Voysest O	5	C
Hernandez	Hugo	Costa Rica	Universidad de Costa Rica	Fincas-Sistemas	Woolley J.	2.8	C
Herrera R.	Miguel Amaury	Rep. Dominicana	SEA	Patología	Galvez G.	1	C
Insuasty B	Orlando I	Colombia	ICA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.7	C
Jimenez de	Nelly	Peru	U. Nal. Pedro Ruiz Gallo	Micorriza	Sieverding E.	1	C
Jimenez T.	Jose A.	Honduras	Secretaria de Recursos Naturales	Mejoramiento	Beebe S.	3.7	C
Lanter J.	Marie	Estados Unidos	Univ. de California	Fitopatología	Pastor C M	5.5	P

Lilian J.	Jorge Hernan	Peru	INIPA	Germoplasma	Wodd D.	3.1	C
Loayza C.	Romulo F.	Peru	INIPA	Agronomía	Voysest O.	3.8	C
Lopez A.	Beatriz	Mexico	INIFAP	Patología	Pastor C. M.	1.7	C
Lugo C.	Jaime	Colombia	ICA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.7	C
Luna de P.	Luz alba	Colombia	ICA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.7	C
M'Vita	Bambi	Zaire	R. A. V./Prog. National Leg.	Mejoramiento	Davis J.	2.6	C
Maghirang	Rodel	Filipinas	Inst. de Mejoramiento	Agronomia	Voysest O.	3.2	C
Male Kayima	Beatrice	Uganda	Kawanda Research Station	Mejoramiento	Davis J.	3	C
Medina G.	Juan A.	Guatemala	ICTA	Patología	Pastor C. M.	3.8	C
Menendez C	Raul	Guatemala	ICTA	Patología	Galvez G.	1	C
Merino P	Fausto Ivan	Ecuador	INIAP	Fincas-Sistemas	Woolley J.	2.8	C
Meza Q.	Jorge Hernán	Colombia	ICA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.7	C
Milfort	Brefous	Haiti	Fac. Agron. y Med. Veterinaria	Agronomía	Voysest O.	3.9	C
Miranda L	Diego	Colombia	ICA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.7	C
Molina O.	Juan Pablo	Perú	INIPA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.8	C
Monsalve U.	Orlando	Colombia	ICA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.8	C
Montenegro M	Tito	El Salvador	CENTA	Economía	Pachico D.	3.8	C
Monzon Q.	Felicito Amado	Guatemala	ICTA	Entomología	Cardona C.	2.9	C
Navarro	Willy	Costa Rica	Universidad Nacional	Fitomejoramiento	Roca-Davis	3.1	C
Nin	Julio Cesar	Rep. Dominicana	SEA	Agronomía	Voysest O.	5	C
Ochoa O.	Hector E.	Guatemala	ICTA	Agronomía	Voysest O.	5	C
Oliveira E.	Silva Leandro	Brasil	EMGOPA	Fitopatología	Singh S.	4	P
Orube F.	Juan B.	Bolivia	Univ. Gabriel R. Moreno	Agronomía	Voysest O.	5.1	C
Pajarito R.	Arnulfo	Mexico	INIFAP	Fisiología	White J.	1.6	C
Perez S.	Marilyn Amelia	Rep. Dominicana	Secretaria de Estado de Agr.	Laboratorios	Schoonhoven	0.3	C

Pibuya O.	Stephen	Tanzania	Agricul. Research Organization	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.9 C
Prada L.	Pedro Cesar	Colombia	ICA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.7 C
Rios G.	Germán	Colombia	ICA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.8 C
Rojas J.	Maria del R.	Costa Rica	IICA	Patología	Abawi G.	2.8 C
Segovia S.	José Rafael	Colombia	ICA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.7 C
Serrabi G.	Ernesto	Colombia	ICA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.7 C
Sosa Moran	Jose H.	El Salvador	CENTA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.8 C
Terrones C.	Segundo	Peru	INIPA	Patología	Pastor C. M.	5.1 C
Van Herpen	Catharina	Holanda	Universidad de Wageningen	Economía	Pachico D.	12 P
Velasquez C.	Ricardo	Colombia	ICA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.8 C
Vidal P.	Alberto	Peru	Centro de Invest. y Promoc. Agr.	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.6 C
Villamizar	Jaime	Colombia	ICA	Fincas-Sistemas	Woolley J.	1.8 C
Villar S.	Bernardo	Mexico	INIFAP	Fincas-Sistemas	Woolley J.	2.6 C
Vizgarra	Oscar N	Argentina	Estación Experimental Obispo C.	Patología	Pastor C. M.	2.1 C
Wa Nyembo	Mwyumba	Zaire	Project de Rech. Agron. Ap.Et V.	Agronomía	Voysest O.	2.9 C

Becarios de Estudio

Acosta N.	Miguel A.	Panama	IDIAP	Agronomía	Voysest O.	11.2 P
Guzman A.	Marcial E.	Guatemala	ICTA	Patología	Pastor C.M.	4.9 P

Investigadores Visitantes, Tesis MS.

Anderson	Marina	Canada	Univ. of Alberta	Economía	Pachico D.	9.1 C
Rodriguez	Rafael	Guatemala	ICTA	Fitomejoramiento	Beebe S.	5.8 C

I. ACTIVIDADES EN GERMOPLASMA DE FRIJOL

A. Colección, Multiplicación y Distribución de Germoplasma

Adquisición

En la adquisición de germoplasma de Phaseolus se continuó con el énfasis dirigido a las razas nativas y a las especies silvestres. Además del trabajo expedicionario intensivo en América Latina, se recibieron varios materiales interesantes de Europa, Asia y Africa principalmente de colectas de especies varias financiadas por el IBPGR, y también a través de donaciones de los bancos nacionales.

Una mención de especial importancia merecen las donaciones de diferentes países europeos. La República democrática Alemana envió un paquete de aproximadamente 100 razas nativas tradicionales colectadas en la República de Georgia (Unión Soviética). Bulgaria envió también más de 60 accesiones compuestas fundamentalmente de razas nativas. Italia donó aproximadamente 250 accesiones de su banco Nacional en Bari. Finalmente, Turquía envió 117 accesiones de su colección nacional en Izmir, que completaron el germoplasma turco ya recibido por CIAT de otros bancos. También es de especial interés el Germoplasma recibido de Rwanda (270 accesiones) a través de Bélgica, el cual sirvió como país intermediario para cuarentena. Estas accesiones completaron el germoplasma tradicional recolectado en 1985-86. Además, un número de diferentes especies recolectadas en Méjico, Guatemala y Argentina amplió el espectro de variabilidad del germoplasma para el género representado ahora en el banco.

Si se excluye el germoplasma recolectado por el colector especialista del CIAT-IBPGR, el banco recibió a través donaciones un total de 1498 materiales distribuidos de la siguiente manera: 1.077 accesiones de P. vulgaris; 174 de P. lunatus; 16 de P. coccineus; 4 de P. acutifolius; 46 especies silvestres de Phaseolus; y 181 accesions de otros géneros que consistieron principalmente de Vigna sp. (Tabla 1). El colector de CIAT obtuvo más de 474 materiales de Guatemala, Argentina y Méjico. Se introdujeron un total de 1972 accesiones como resultado de donaciones y expediciones de recolección para el banco de germoplasma en 1986 (tabla 2).

Multiplicación-Incremento

Del último grupo de 6.000 nuevas accesiones aprobadas por el ICA para la multiplicación en invernaderos y campos aislados en CIAT, se multiplicaron cerca de 1.100 materiales de 23 países; el mayor porcentaje de éstos procedieron de Estados Unidos, Perú y Rwanda (Tabla 3). Se rejuvenecieron 1.278 materiales.

Con las adiciones hechas, el germoplasma actualmente disponible para la distribución es como sigue: 19.905 accesiones de P. vulgaris y especies silvestres ancestrales; 842 accesiones de P. lunatus; 644 accesiones de P. coccineus y 168 accesiones de P. acutifolius.

Tabla 1. Introducciones de Phaseolus: germoplasma de frijol introducido durante 1986.

Región-país	P. vulg	P. lun.	P. coc.	P. acut	Wild sp.	Otros
América del Norte						
USA	3	-	-	-	-	-
Centro América						
México (a)	30	-	15	-	57	-
Guatemala (a)	12	-	45	-	34	-
Nicaragua	8	-	-	1	-	-
Costa Rica	69	-	-	2	-	-
Caribe						
Belice	-	-	-	-	3	-
República Dom.	4	-	-	-	-	-
Puerto Rico	4	-	-	-	-	-
América del Sur Andina						
Colombia	15	1	1	-	3	-
Ecuador	3	-	-	-	-	-
Perú (a)	174	46	7	-	8	2
Chile	-	1	1	-	-	-
América del Sur No Andina						
Brasil	19	152	-	-	-	-
Argentina(a)	95	-	-	-	16	-
Europa						
Inglaterra	41	-	-	-	-	-
Italia	224	-	13	-	-	15
Bélgica	-	-	-	1	40	-
Países Bajos	3	-	-	-	-	-
Bulgaria	63	-	-	-	-	-
Austria	28	-	1	-	-	1
Alemania Dem.	97	-	-	-	-	-
Africa						
Ghana (b)	-	19	-	-	-	-
Zambia (b)	28	-	-	-	-	-
Madagascar (b)	15	-	-	-	-	-
Isla Mauritius (b)	1	-	-	-	-	-
Rwanda	270	-	-	-	-	-
Asia Oceania						
Bangla Desh	-	-	-	-	-	163
Turquía	117	-	-	-	-	-
Filipinas	-	1	-	-	-	-
Total	1323	220	83	4	161	181

(a) Mediante el coopatrocinio CIAT-IBPGR
(b) Expediciones de recolección de IBPGR

Tabla 2. Status de la colección de fríjol almacenada en la Unidad de Recursos Genéticos de CIAT hasta Diciembre de 1986.

Especies	No. de accesiones Introducidas	Incrementadas
P. vulgaris	32942	19905
P. vulgaris silvestres ancestrales	383	346
P. lunatus	2715	842
P. lunatus silvestres ancestrales	63	40
P. coccineus subsp. coccineus	838	387
P. coccineus subsp. polyanthus	416	238
P. coccineus silvestres ancestrales	68	19
P. acutifolius	138	116
P. acutifolius silvestres ancestrales	50	50
Silvestres no cultivadas		
P. angustissimus, P. anisotrichus, P. esperanzae, P. filiformis, P. glaucocarpus, P. galactoides, P. glabellus, P. grayanus, P. jaliscanus, P. macrocarpus, P. metcalfei, P. pedicellatus, P. polystachius, P. pluriflorus, P. pachirrhizoides, P. parvulus, P. ritensis, P. tuerckheimii, P. wrightii, P. anahuacensis, P. floribundus, P. neglectus, P. glaucocarpus, P. escabrellus, P. xanthotrichus	248	41
TOTAL	37861	21984

Tabla 3. Distribución por países del nuevo germoplasma de Phaseolus multiplicado y/o regenerado el invernaderos de CIAT durante 1986.

Región y País	No. de accesiones
América del Norte	
EE.UU.	891
América Central	
Costa Rica	2
El Salvador	7
Guatemala	67
Honduras	2
México	87
Nicaragua	11
Panamá	4
Caribe	
Cuba	11
República Dominicana	7
Puerto Rico	19
América del Sur Andina	
Chile	78
Perú	688
Venezuela	5
América del Sur No-Andina	
Argentina	19
Brasil	34
Europa	
Austria	28
Belgica	25
Bulgaria	17
Inglaterra	92
Francia	2
Holanda	12
Africa	
Rwanda	270
Total	2378

Caracterización

Se continuó en 1986 la caracterización del Germoplasma mediante la utilización de los descriptores propuestos por el CIAT. Se caracterizaron los tipos de semillas tamaño medio con hábitos de crecimiento I, II y III, con el objetivo de detectar grupos similares de germoplasma. El primer análisis de 752 accesiones de tipos de semilla grande con color uniforme y hábitos de crecimiento I demostró que la cantidad de materiales se puede reducir mediante caracterización hasta 290 grupos (tabla 4). Los componentes de cada grupo son muy similares con base en 14 descriptores de campo y 4 descriptores de semilla. Se observó que si los descriptores de semilla se definen con precisión, los grupos escogidos con base en estos descriptores de semilla, se correlacionan muy bien con los grupos escogidos subsecuentemente con los descriptores de campo. El paso siguiente será comparar los componentes de cada grupo utilizando electroforesis de bandas para la proteína de la semilla. Se espera una caracterización completa para suministrar una visión más comprensiva de la verdadera variabilidad de la colección mundial de Phaseolus vulgaris, y para establecer las bases esclarecer la trayectoria de los intercambios de germoplasma entre las colecciones nacionales.

Tabla 4. Agrupamiento de germoplasma de P. vulgaris con semejanzas de hábito de crecimiento I y tipo de semilla grande.

Testa de semilla	No. de accesiones	Grupos similares
Blanco	209	41
Crema-beige	67	51
Amarillo	167	56
Café	27	12
Rosado	60	20
Rojo	82	40
Púrpura	109	46
Negro	31	24
TOTAL	752	290

Tabla 5. Distribución de semilla de fríjol fuera de CIAT (1986).

Región	No. de países	No. de solicitudes	No. de accesiones
América del Norte	2	12	408
América Central	2	7	1127
Caribe	1	1	6
América del Sur Andina	4	18	1139
América del Sur No-Andina	2	10	1479
Europa	8	10	425
Africa	5	7	1702
Asia-Oceania	2	2	423
Total	23	67	6709

Tabla 6. Distribución de semilla de fríjol dentro de CIAT (1986).

Programa	No. de solicitudes	No. de accesiones
Mejoramiento I	11	57
Mejoramiento II	14	206
Mejoramiento III	24	1757
Agronomía	1	1
Entomología	31	4917
Fisiología	18	2742
Patología	10	447
Virología	16	1530
Nutrición	3	157
Biotecnología	8	355
Otros	3	5
Total	139	12174

Almacenamiento

Como una parte del acuerdo con EMBRAPA, se envió a CENARGEN este año, un duplicado de la colección básica para su preservación a largo plazo (2.000 accesiones). Cada muestra consistió de 400 gr. de semilla fresca de alta calidad, la cual se secó previamente hasta bajar su contenido de humedad a un nivel de 6 a 8% antes de empacarla en bolsas de papel metálico, selladas herméticamente.

Se evaluó la germinación del 10% del número anterior de accesiones como también el contenido de humedad de la semilla antes de empacarla; los resultados mostraron un promedio del contenido de humedad de la semilla de 6.8% y 94% de germinación para 220 accesiones. Además de las 2.000 accesiones para el almacenamiento, se enviaron 4 replicaciones adicionales de las 220 accesiones evaluadas para registar el contenido de humedad y la germinación por lo menos cada 5 años. Se enviarán embarques de aproximadamente 4.000 accesiones por año hasta duplicar completamente la colección que se almacena en el banco de CENARGEN.

Este año se aprobaron fondos para la expansión de los medios actuales de almacenamiento. Durante 1987 se construirá un nuevo edificio capaz de almacenar 100.000 accesiones para el almacenamiento a corto o mediano plazo, y 100.000 accesiones para el almacenamiento a largo plazo. Este edificio tendrá capacidad de almacenar la colección de frijoles Phaseolus, como también la colección de pastos tropicales y la colección de pastos tropicales y la colección de yuca *in vitro*.

Servicios de distribución de semilla

Durante 1986 se distribuyó un total de 6.709 accesiones de frijoles Phaseolus a 23 países en 67 envíos. La mayor parte de este germoplasma consistió de P. vulgaris (80%), seguido por P. coccineus (7%), P. acutifolius (3.5%), P. lunatus (1%), y el resto de otras especies (tabla 5). Además, en 1986 el Programa de Frijol solicitó 14.546 accesiones de las cuáles el 91% fueron formas domesticadas de P. vulgaris, 5% de formas silvestres ancestrales de P. vulgaris, 3% de P. coccineus y aproximadamente 1% de P. acutifolius (tabla 6).

Colección

La Unidad de Recursos Genéticos continuó su programa de colección de germoplasma y estudio de la diversidad genética en los tres centros americanos de diversificación de Phaseolus. Con el fin de suministrar servicio con una base de alcance mundial para mejoradores y agrónomos, la colección de germoplasma se concentró sobre las antiguas variedades nativas de las 5 especies cultivadas y desarrolladas por las culturas de los Indios Americanos, los ancestros silvestres de las 5 especies cultivadas y las especies auténticamente silvestres.

Durante 1986 se realizaron cuatro exploraciones de recolección, de las cuáles se presentan los resultados y conclusiones más destacadas. Esta actividad es un progama de colaboración entre CIAT e IBPGR.

GUATEMALA

Se realizó con el ICTA una exploración en la parte occidental de Guatemala para recolectar el germoplasma cultivado de P. coccineus y P. polyanthus. Los materiales recolectados se presentan en la tabla 7.

De los 88 materiales, se recolectaron por primera vez semillas de P. macrolepis y P. xanthotrichus. Se encontró P. polyanthus como un ancestro silvestre, lo que indica que el cultígeno es la quinta de las especies actualmente cultivadas. Durante esta exploración se encontró también la especie P. tuerckheimii y subsecuentemente se recolectó germoplasma.

ARGENTINA

Se realizó con el INTA y la Universidad de Buenos Aires, una recolección en la parte noroccidental de la Argentina para establecer la representación de esta región en la colección del fríjol común del CIAT (tabla 7). Se realizaron 4 colecciones de P. augusti, germoplasma que está disponible por primera vez. Se complementó la colección de fríjol común con 95 colectas de variedades nativas.

PERU

Se llevó a cabo una evaluación morfoagronómica de las 573 variedades nativas de P. vulgaris colectadas en 1985, para establecer dónde se concentró la variabilidad. Se llevó a cabo con el Inipa una exploración en el norte de Perú de colección complementaria, donde se recolectaron tanto especies cultivadas como silvestres (tabla 7), como también las variedades nativas de fríjol lima.

Esta segunda exploración confirma a Cajamarca y Amazonas como una área de transición entre el Centro del Norte Andino y el Centro del Sur Andino, como se demuestra especialmente por la distribución de las ñuñas, P. polyanthus y P. pachyrrhizoides. La presencia de formas silvestres de P. vulgaris y P. lunatus en los valles intermontanos cerca de las costas Peruanas, como también de la presencia de los tipos escapados, arrojaron nuevas luces acerca de la domesticación del fríjol en el Perú, y en la utilización de este germoplasma en mejoramiento.

MEXICO

El germoplasma del grupo de P. pedicellatus, no tenía casi existencia en los bancos de germoplasma lo cual limitó el estudio y la utilización de este grupo en mejoramiento. En el noreste de México se realizó con el INIFAP una exploración para mejorar la situación, y para recolectar otras especies silvestres (tabla 7).

Estas 73 muestas incluyen los especímenes tipo P. floribundus. P. polymorphus y P. xanthotrichus v. zimapanensis. La presencia de formas silvestres de P. vulgaris en la Sierra Madre Oriental, que no se había reportado anteriormente, abre nuevos prospectos para

posteriores exploraciones y su utilización en mejoramiento, y para un mejor entendimiento de la evolución de este cultivo. Se tiene ahora germoplasma disponible para las especies poco conocidas del grupo de P. neglectus.

Conclusiones

(1) Se recolectaron 467 muestras este año, lo que dió como resultado disponibilidad de germoplasma para 24 taxa diferentes. Para 12 taxa se recolectó germoplasma por primera vez. Como una consecuencia de estas exploraciones, existe ahora germoplasma disponible para 31 de las 56 especies que pertenecen a Phaseolus (aunque en algunos casos solamente unas muestras muy pequeñas).

(2) La erosión genética es severa en diferentes lugares del centro y occidente de Guatemala, norte y centro de México, norte de Perú, y noroeste de Argentina, debido al sobrepastoreo y/o al crecimiento urbano. Se puede redactar una lista de los sitios para la conservación in situ de los tipos o especímenes más representativos.

(3) La lista actual de especies es todavía una lista provisional: se encontraron nuevos materiales en México y Guatemala. Nuestro conocimiento acerca de la distribución de cada una de las especies ha mejorado considerablemente debido a las muestras encontradas este año. Por ejemplo, la información acerca de la distribución de las formas silvestres de P. vulgaris en México y en Perú, ayudaría a señalar cuáles de estas regiones contribuyeron a los diferentes acervos genéticos.

Planes para el futuro: colección e investigación

En 1987 un programa tentativo para la colección y exploración del germoplasma específico y complementario enfatizará los siguientes aspectos:

Costa Rica: principalmente para el germoplasma de frijol cultivado en suelos ácidos y en zonas con alta presión de mustia hilachosa, además de los ancestros silvestres.

Guatemala: variedades mayas de fríjol lima, germoplasma del frijol tepary y especies silvestres.

Perú: formas silvestres de P. vulgaris y P. lunatus y especies silvestres.

México: formas silvestres ancestrales para las especies cultivadas y especies silvestres.

Además se realizará una revisión del estatus del germoplasma de Phaseolus para diferentes países de Africa para facilitar la planificación del futuro trabajo de campo.

El proyecto de colaboración entre CIAT y la facultad de Gembloux (Bélgica), se amplió para incluir la evaluación y la multiplicación de la colección de P. lunatus, almacenada en CIAT. Dentro de este pro - yecto son planes para futuras actividades:

- La multiplicación de semilla de toda la colección, en tanto se evita la polinización abierta.

- La evaluación morfoagronómica especialmente para rendimiento y adaptación.

- La producción de un catálogo

Se dió prioridad a la multiplicación de semillas de accesiones con semillas muy viejas o semillas que no se habían multiplicado. De particular importancia, fueron también los estudios para estimar la tasa de polinización abierta de P. lunatus en diferentes ambientes.

Se necesitan con urgencia los datos de pasaporte para evaluar la representatividad de nuestra colección, para eliminar los duplicados y para identificar áreas para futuras colecciones. En este compromiso, recibirán prioridad las 966 accesiones sin origen (39% de la colección) obtenidas principalmente del IITA en Nigeria.

La multiplicación de semilla de las accesiones se realiza principalmente en una casa de mallas (invernadero) en el CIAT en Palmira. Este invernadero permite una multiplicación máxima de 400 accesiones por año. Un total de 448 accesiones estan actualmente en multiplicación (306 en Palmira y 142 en Popayán, en el campo).

Durante el incremento de la semilla se realiza una evaluación morfológica preliminar. Los datos incluyen la pilosidad de la cara exterior de la flor, el grado de apertura de las alas, y el patrón de color de flores, vainas y semillas. Los datos describen la variabilidad del germoplasma, y ayudarían a identificar la presencia de los marcadores genéticos.

Se ha observado un amplio rango de variabilidad para el color de la testa de la semilla, la curvatura de la vaina y el tiempo de floración. La mayoría de las accesiones en multiplicación tienen un hábito de crecimiento indeterminado. Se desea una existencia básica de por lo menos 200 semillas para cada accesión con el fin de evitar el riesgo de polinización abierta en el campo. Un total de 38 accesiones de las 448 en multiplicación actual, posee esta existencia básica de semillas. Algunas accesiones del grupo de cultivo "Big Lima" presentan un problema particular en tanto que sus semillas germinan siempre antes de la maduración. Se realizará un estudio para determinar los factores ecológicos responsables de este problema.

Se estableció un ensayo de campo en tres localidades (Palmira, Dagua y Popayán), para estimar la tasa de polinización abierta de P. lunatus. Se utilizaron dos caracteres dominantes, tres variedades y diferentes distancias de siembra a partir de los padres donantes. Se utilizaron en este estudio los grupos de cultivo "Big Lima" y "Sieva"

los cuáles son los más importantes en el germoplasma de P. lunatus. La F_1 se sembró en Palmira y la primera evaluación se realizará sobre el color del hipocotilo (para "Sieva") o en el hábito de crecimiento indeterminado (para "Big Lima"). Se planean repeticiones de este ensayo para diferentes épocas de siembra.

Se iniciará una evaluación agronómica preliminar en diferentes localidades con las accesiones ya multiplicadas que tienen origen definido. Este ensayo puede incluir de 100 a 150 accesiones y se concentrará en Palmira y Dagua.

Tabla 7. Colecciones de germoplasma realizadas durante 1986 en Guatemala, Argentina, Perú y México como parte de un trabajo de colaboración entre CIAT e IBPGR.

Material	País				
	Guatemala	Argentina	Perú	México	TOTAL
Especies cultivadas:					
P. vulgaris	9	95	143[a]		247
P. coccineus	34				34
P. polyantus	11				11
P. lunatus			46[a]		46
Especies silvestres:					
P. anahuacensis				2	2
P. anisotrichus	8			10	18
P. augusti		4			4
P. coccineus	13			15	28
P. floribundus				2	2
P. glabellus				5	5
P. glaucocarpus				3	3
P. lunatus	2		4		6
P. macrolepis	1				1
P. neglectus				6	6
P. pachyrrhizoides			2		2
P. pedicellatus				11	11
P. pluriflorus				1	1
P. polyanthus	1				1
P. polymorphus				3	3
P. scabrellus				1	1
P. vulgaris	4	10	2	1	17
P. xanthotrichus	5			11[b]	16
P. sp. (gr. pedicellatus)				1	1
P. sp. (gr. metcalfei)				1	1
TOTAL	88	109	197	73	467

[a] Incluyendo 5 tipos escapados de cada especie

[b] P. xanthotrichus v. zimapanensis

B. Manejo de Datos

El procesamiento en computador de los datos generados por el Programa de Fríjol no es un concepto nuevo, CIAT ha realizado esto durante 12 años. Los datos se recolectaron por los científicos y fueron procesados posteriormente por ellos mismos, o de manera usual, se entregaron al personal de Biometría para el análisis estadístico. Cuando este trabajo se terminó, los archivos de base se copiaron para grabarlos y podrían regresarse de tal modo que los investigadores involucrados en el procesamiento original podían recuperar los archivos y recordar los detalles necesarios de qué se almacenó. En la mayoría de los casos, otros investigadores que requerían la información para el procesamiento posterior en computador o la combinación con otra información, deseaban tener el registro de los datos reunidos en un documento impreso. Cuando el CIAT obtuvo un computador con la suficiente capacidad para manejar todos sus datos científicos se tomó la decisión de utilizar un paquete de base de datos, para organizar en forma centralizada el manejo de datos del Programa de Fríjol. Para este propósito se escogió el sistema IDMS de Cullinet.

Progresos en 1986

Durante la primera parte del año, se diseñaron los programas para manejar la parte de "experimentos" de la base de datos de Fríjol. Estos componentes automatizaron el despliegue, la actualización y la modificación de los datos de cualquier tipo de experimento tanto en línea como en conjunto. La sección de servicio de datos está almacenando toda esta información en la base de datos.

En la base de datos se almacenaron los nombres comunes de aproximadamente 50.000 accesiones de la Unidad de Recursos Genéticos, y también de los materiales mejorados. Se actualizaron las series S y G de las accesiones codificadas.

A mediados de año, el grupo de base de datos se reorganizó para mejorar la distribución de sus responsabilidades y se rediseñó un esquema general para integrar las bases de datos de fríjol, yuca, y la base de datos agroecológica. Como una consecuencia de esto, se rediseñaron en parte los programas y se recopilaron para mejorar la entrada de datos. Sobre la base de los modelos previamente establecidos en cada sección, se recodificaron las líneas avanzadas y los cruces realizados en el CIAT. A la base de datos se añadieron los datos de las accesiones de fríjol de la Unidad de Recursos Genéticos, en relación con la brillantez, el color primario y secundario, el tamaño y el peso de la semilla. Por solicitud expresa de los miembros del Programa de Fríjol, se dedicó tiempo a la preparación de un programa conjunto PL/1 para escribir un informe que combine la información contenida en la base de datos IDMS. Hasta hace poco la producción de los libros de campo en los cuadros principales se realizó tanto con programas SAS o con micros. Se diseñaron algunos diálogos básicos para entrar los datos a la base de datos IDMS, para preparar los libros de campo los cuáles se utilizarán para los viveros internacionales.

Después de revisar los datos de los ensayos VEF, se les almacenarán y los diálogos y programas existentes estarán disponibles para la información y consulta. En total, se diseñaron cerca de 53 diálogos nuevos para facilitar la consulta de la base de datos de frijol.

Prioridades para el año siguiente

Todos los datos de los VEF y los IBYAN se almacenarán conjuntamente con los pasaportes y otros datos suministrados por la Unidad de Recursos Genéticos.

El próximo equipo IDMS/R ampliará la utilización del sistema ADS (Sistema de Desarrollo de Aplicación) para incluir el procesamiento de la información del conjunto de datos en la base de datos a través de la versión central IDMS/R en contraposición al modelo local del procesamiento del conjunto de datos, disponible previamente. Se rediseñarán algunos procesos para aprovechar las ventajas de este nuevo equipo. También existe una oportunidad para interconectar algunas de las bases de datos de la red de frijol a la parte relativa de la IDMS/R de tal modo que el programa del microcomputador Cullinet, Golden Gate, se pueda utilizar para transferir parte de la base de datos para el procesamiento local en los computadores personales IBM.

C. Variabilidad Genética a partir de Biotecnológías

Durante 1986, las actividades con Phaseolus en la Unidad de Investigación en Biotecnológía (UIB) se centralizaron en: (a) el desarrollo de técnicas de cultivo de tejidos para la regeneración de plantas de frijol utilizando varios órganos y tejidos, y (b) el desarrollo de técnicas de electroforesis para la identificación de genotipos. Este año, otra actividad de la UIB se refiere al seguimiento de actividades de investigación en otras instituciones en aspectos de la biotecnologia de frijol, para el establecimiento de proyectos de colaboración.

Cultivo de tejidos de Frijol

En un trabajo preliminar se observó formación de plantas a través de la proliferación de yemas cuando se cultivaron ápices de tallos y explantes nodales en un medio bajo en sal y con bajo contenido de auxina (Reporte Anual UIB, 1985). Como se descubrió posteriormente, el origen axilar de las plantas restringe esta técnica sólo para la micropopagación. Una técnica de micropropagación eficiente, a través de formación de tallos múltiples, puede ser de utilidad no solamente como un medio para recuperar y multiplicar plantas F_1 deseables o plantas M_1 con problemas de reproducción sexual, sino también para desarrollar técnicas de selección in vitro. Se continuará un trabajo sobre este tema en la UIB en colaboración con los cientificos del Programa de Frijol.

Antes de desarrollar un ciclo de cultivos de tejidos en frijol es necesario resolver el problema de la regeneración de la planta a partir de cultivos de callos dediferenciados.

El genotipo de frijol, el tipo de explante, y la composición del medio de cultivo son factores de especial importancia. La inducción de callos utilizando embriones inmaduros se ha usado con éxito para la regeneración de plantas con otras especies recalcitrantes.

Este año se observó la diferenciación de estructuras somáticas semejantes a embriones sobre la superficie de callos derivados de embriones inmaduros de un cruce de P. vulgaris x P. lunatus (figura 1). Este evento morfogénico ocurrió en un medio suplementado con glutamina y ácido giberélico.

Se instaló un experimento para determinar de qué manera puede influir la edad (tamaño) de los embriones y la composición del medio de cultivo en la inducción de callos embriogénicos en P. vulgaris y P. lunatus.

El tamaño de los embriones utilizados como explantes tuvo un efecto notorio en la frecuencia de los callos embriogénicos, siendo mayor según se incrementó el tamaño del explante (Tabla 1). El tamaño del explante anuló cualquier efecto detectable del medio de composición cuando los embriones tuvieron un tamaño mayor que 2.5 mm. Solamente cuando los explantes tuvieron un tamaño de 2.0-2.5 mm., el medio que contenia tanto glutamina y ácido giberélico actuó desventa-

josamente en ambas especies. Los explantes más pequeños presentaron una respuesta muy baja y no consistente en la formación de callos embriogénicos, lo que indica la necesidad de mejorar el medio de cultivo. P. lunatus mostró la mayor frecuencia (40-60%) de callos embriogénicos que P. vulgaris (25-30%), especialmente cuando se utilizaron explantes grandes (Tabla 1). Es necesario seguir investigando para descubrir si las estructuras semejantes a embriones pueden alcanzar mayores niveles de diferenciación.

Recuperación de embriones de frijol

Se está adelantando un trabajo en colaboración con la URG para utilizar técnicas de recuperación de embriones en cruces interespecíficos de P. vulgaris con P. acutifolius y P. lunatus, como también en cruces de las formas silvestres P. vulgaris con su aborigen.

La primera fase de este proyecto se concentró en la caracterización de genotipos seleccionados con la utilización de descriptores morfológicos. Subsecuentemente, se establecieron los síntomas conducentes al aborto para los cruces: P. vulgaris x P. acutifolius y su recíproco. El aborto se asoció con la reducción de la longitud y anchura de la vaina, amarillamiento y pérdida de la turgencia de la vaina. El aborto también se presentó en los estados de floración y yema floral, siendo el aborto de yemas florales el más común para todos los cruces. En el cruce de P. lunatus x P. vulgaris el aborto de flores y yemas florales alcanzó el 92%, en tanto que el 8% restante correspondió al aborto de vainas (vainas en formación las cuáles sufrían abscisión temprana). La alta incidencia del aborto de yemas florales dificultó la realización de un trabajo intensivo de recuperación de embriones. Sinembargo, se recuperaron embriones 8 días después de la polinización de P. vulgaris x P. lunatus; después se cultivaron fuera y dieron como resultado unas pocas plantas F_1.

Se obtuvo semilla de estas plantas para el análisis de la generación F_2. Se adelanta una investigación para refinar las técnicas de polinización y reducir el aborto de yemas florales.

En futuros trabajos, podría explorarse e implementar la posibilidad de realizar polinización in vitro.

Se utilizó también la germinación de embriones in vitro para recuperar plantas a partir de cruces de frijol silvestre con serios problemas de germinación y poca disponibilidad de semilla en la URG. Esta técnica se aplicó recientemente para los siguientes cruces:

Cruces		No. de plantas recuperadas
1. P. vulgaris tipo silvestre x P. vulgaris var.		1
S0478	aborigineus	
Costa Rica	DGD-629	
	Argentina	
2. P. vulgaris var. aborigineus x P. vulgaris tipo silvestre		3
DGD--629	DGD-1610	
Argentina	Guatemala	
3. P. vulgaris var. aborigineus x P. vulgaris tipo silvestre		1
DGD-1711	DGD-1961	
Argentina	Perú	

Idenficación de genotipos mediante electroforesis

Después de año y medio de actividades en la Universidad de Manitoba, el proyecto colaborativo reforzado por el IDRC, sobre electroforesis motivó a CIAT para desarrollar posteriormente procedimientos y metodologías de electroforesis con frijol.

Se desarrollaron dos metodologías basadas en la proteína de semilla soluble en ácido y la proteína residual soluble en SDS en la Universidad de Manitoba. En CIAT, el procedimiento de proteínas de semillas solubles en ácido (ácido PAGE) se aplicó aproximadamente a 24 grupos de P. vulgaris los cuáles eran altamente similares en su morfología. Hemos aprendido que existe mucha heterogeneidad química dentro de un grupo morfológicamente idéntico; por ejemplo, en el grupo de morfología 4, todas las tres accesiones (G 09207, G 11127 y G 11890) fueron diferentes según sus patrones de electroforesis; en forma similar en el grupo de morfología 7, todas las accesiones (G 1015, G 11141, g 11159, g 11213, g 11260, g 13193, g 15781) mostraron variación química en sus proteínas de almacenamiento solubles en ácido en tanto que fueron morfológicamente similares. El grupo 10 está representado por las accesiones de "Flor de Mayo" originadas y procesadas en Méjico con las accesiones G Nos. 5897, 10944, 10945, 11015, 13624, 13625, 13638, 13640 y 13645. Fuera de este grupo, la accesión 13624 fué muy diferente con relación al modelo de proteína; las accesiones 13625 y 13640 también mostraron diferentes modelos; el resto de las accesiones fueron similares (Figura 2).

Los grupos 18 (Kaboon), 22 (Canario Divex), 23 (Great Northern) y 24 (10233-M-M-M-11PM-1-M) los cuáles tenían dos accesiones morfológicamente idénticas, presentaron similitud en relación con sus patrones de electroforesis; sinembargo en los grupos 19 (Vermelho), 20 (Constanza) y 21 (Pompadour) cada accesión mostró un patrón diferente.

La electroforesis de la variedad "Chimbolito" y su mutante irradiado "Uneca" de Costa Rica, mostraron la presencia de bandas adicionales en el mutante irradiado.

Se está evaluando esta metodología (ácido PAGE) con más accesiones y otros materiales problema para registrar su variabilidad química. También se evaluaron varias muestras para determinar el tipo de faseolina del genotipo (S, T o C).

Investigación colaborativa

Como se estableció anteriormente, la UIB trabaja en colaboración estrecha con los científicos del Programa de Frijol, en áreas de investigación con alto potencial de aprovechamiento en términos de desarrollo de tecnología, para ser realizados en la forma de proyectos colaborativos. En este nivel se han identificado dos áreas críticas de investigación para proyectos colaborativos: (a) desarrollo de un ciclo de cultivo de tejidos en Phaseolus, el cual permitirá la regeneración de plantas a partir de cultivo de tejidos de células no organizadas; se hizo una solicitud de fondos al gobierno de Italia, y el proyecto empezará en 1987; (b) el desarrollo de marcadores moleculares en P. vulgaris mediante la utilización de polimorfismos de longitud de fragmentos de restricción de ADN (FRPL). Este proyecto se presentó y recientemente fué aprobado por los consultores científicos de la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID); si se asignan los fondos, éste podría empezar en el último trimestre de 1987. Sin embargo se inició ya parte de la investigación en la Universidad de Florida, Gainesville, por el doctor E. Vallejos. La identificación y localización de un gran número de marcadores moleculares, distribuídos a través de todo el genoma de frijol, permitirá la marcación de genes de importancia económica. El FRPL podría utilizarse para trazar mapas de características cualitativas y cuantitativas mediante el análisis de ligamiento y facilitar la recuperación de los alelos del padre recurrente, y así reducir la duración de los programas de mejoramiento.

Tabla 1. Efecto del medio de cultivo y el tamaño del explante (embriones inmaduros) en la frecuencia de formación de callos embriogénicos en P. vulgaris y P. lunatus.

Medio de Cultivo*	Longitud del embrión (explante) en mm.			
	0.5	1.0-1.5	2.0-2.5	2.5
	Frecuencia de callos embriogénicos			
P. vulgaris (G04090)				
A	0/8	2/26	2/12	4/12
B	1/2	2/46	3/15	4/16
C	0/1	5/29	8/30	3/13
D	0/5	2/22	1/13	1/4
P. lunatus (G25137)				
A	-	0/9	4/9	14/22
B	-	8/25	17/38	18/40
C	-	0/1	5/14	19/16
D	-	0/3	0/2	19/43

*MS (3% de sucrosa + 100 mg/l de inositol + 1 mg/l tiamina + 5mg/l de ácido nicotínico + 0.5 mg/l de pyridoxina) + glutamina y GA (mg/l):0 y 0 (A); 50 y 0 (B); 0 y 0.035 (C); 50 y 0.035 (D).

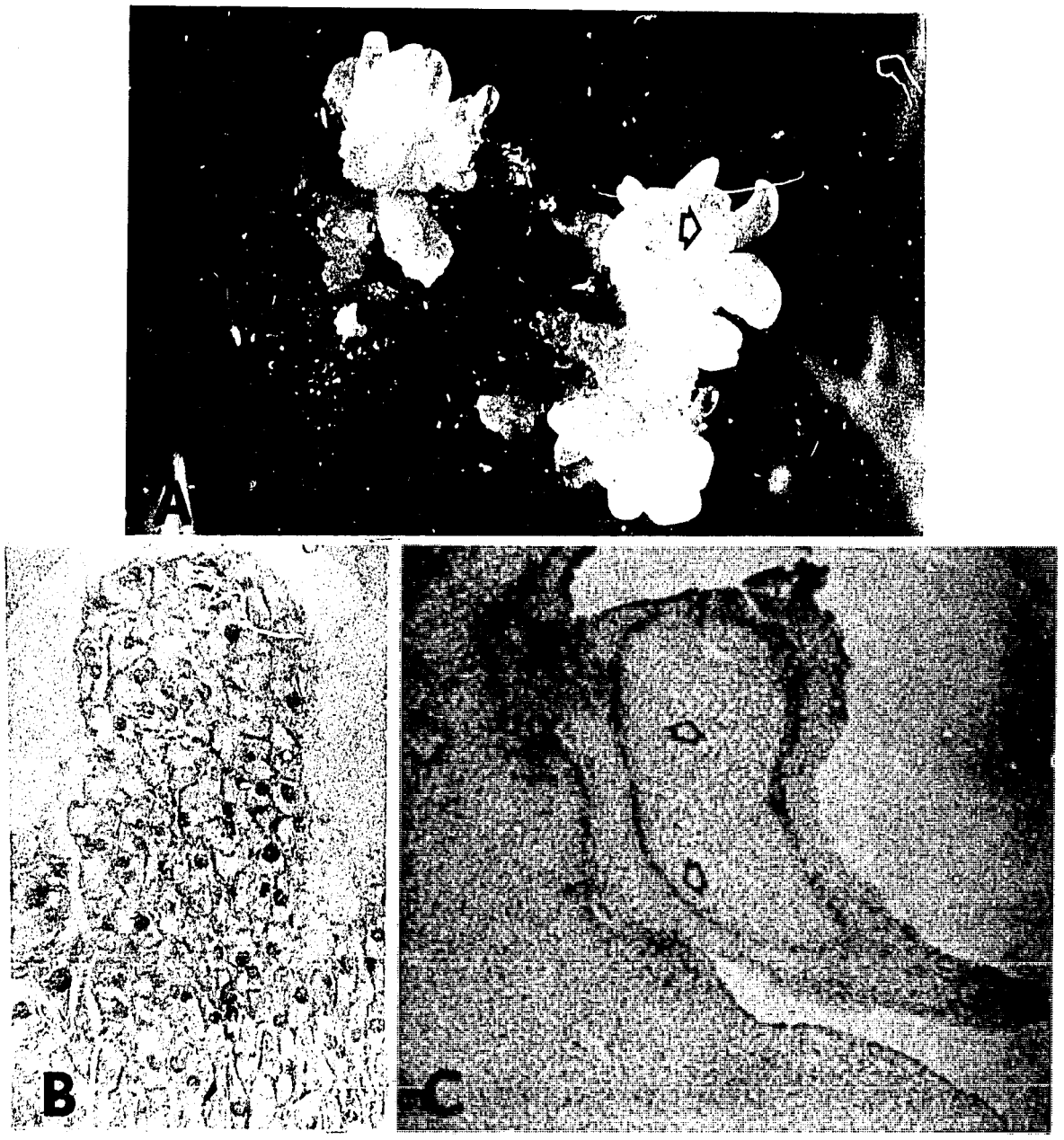


Figura 1. Inducción de estructuras somáticas semejantes a embriones en callos derivados a partir de embriones sexuales inmaduros de Phaseolus.

A. Estructuras somáticas semejantes a embriones, globulares y en forma de corazón (flechas) diferenciadas sobre callos.

B. Sección longitudinal a través de una sección de una estructura semejante a un embrión (en forma de corazón) diferenciada sobre el tejido de callo "materno".

C. Sección longitudinal a través de una estructura semejante a un embrión mostrando polaridad, rayadas probasculares y anillo del meristema subapical (flechas).

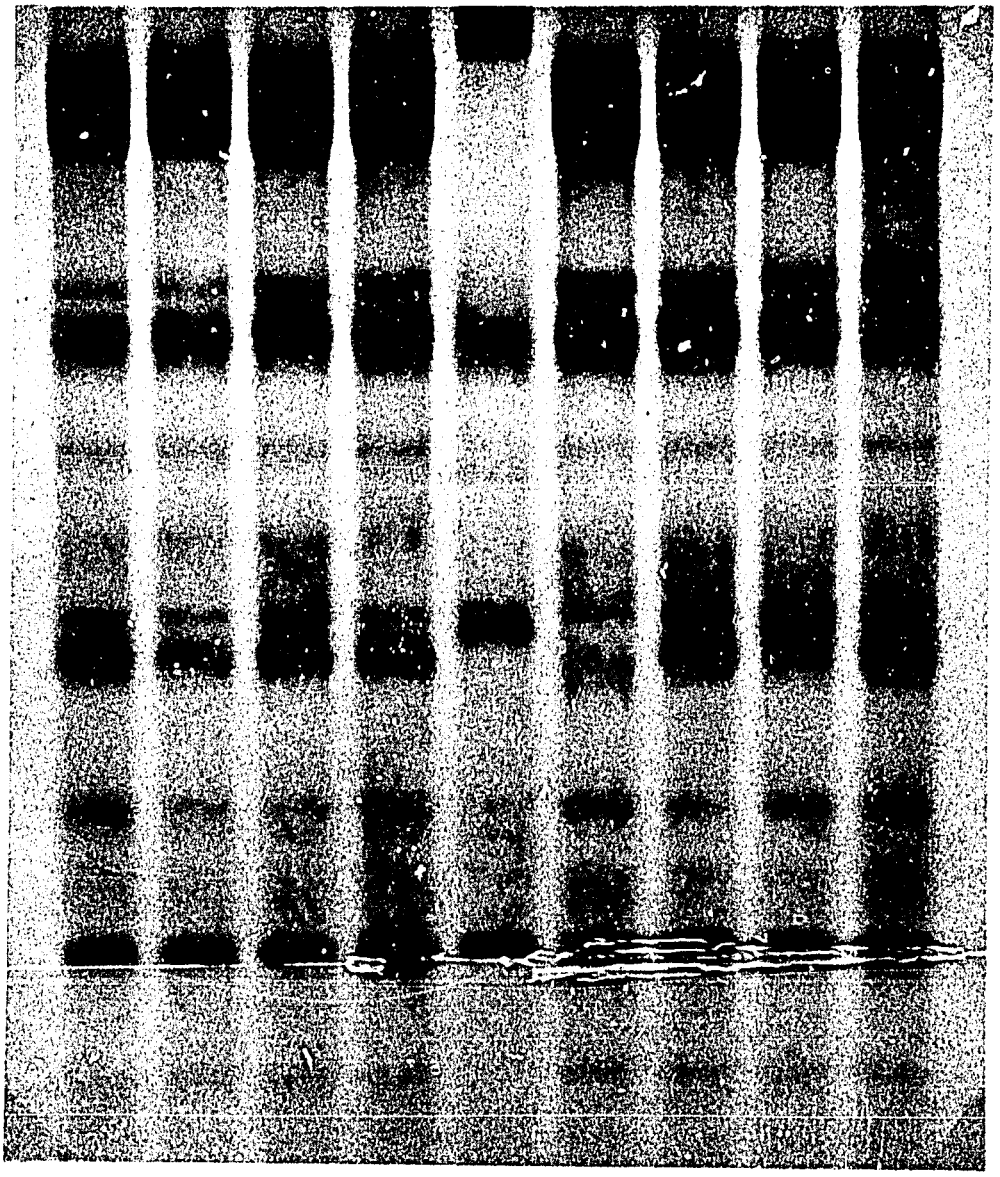


Figura 2. Patrones en ácido PAGE de las proteínas de un grupo morfológicamente idénticos ("Flor de Mayo" de México) de P. vulgaris. Los nueve rastros de izquierda a derecha contenían las accesiones de CIAT G 5897, G 10944, G 10945, G 11015, G 13624, G 13625, G 13638, G 13640 y G 13645. Nótese que la accesión G 13624 presenta un patrón diferente. Las accesiones G 13625 y G 13640 presentan alguna diferencia y las demás permanecen similares.

D. VARIABILIDAD A PARTIR DE HIBRIDACION INTERESPECIFICA

El principal objetivo del proyecto CIAT-Gembloux es el mejoramiento genético de P. vulgaris a través de la hibridación inter - especifica. El donante principal, P. coccineus, es una especie que muestra características muy útiles, que no se expresan o se expresan muy poco en el banco de genes del fríjol común. Por lo tanto, un programa de mejoramiento con P. vulgaris requiere como prerequisito la multiplicación de semilla y la evaluación total de la colección de P. coccineus almacenada en CIAT.

Los progresos realizados durante 1986 incluyen:

- La organización de un ensayo internacional de rendimiento y adaptación de P. coccineus para evaluar el valor de este cultivo, y obtener nuevo germoplasma disponible para uso directo.

- La identificación de nuevas fuentes de resistencia: a la mancha de Ascochyta para la cual existe una severa presión de selección en Colombia; a la mosca de fríjol para la cual existe una colaboración de investigación tanto en A.V.R.D.C., Taiwan, como en Africa Oriental; y al virus del mosaico común del fríjol.

- El desarrollo de nuevas líneas interespecíficas para incorporarlas al próximo VEF.

Evaluación y Multiplicación de P. coccineus

Se continuó el incremento de la semilla de P. coccineus en 1986 de acuerdo con la metodología descrita en reportes anteriores para evitar las mezclas de accesiones y para preservar la integridad genética de cada población. La multiplicación se realiza en casas de mallas en Popayán y en campo en Río Negro, con los racimos florales protegidos en bolsas de papel. La construcción de una nueva casa de mallas en Popayán facilitó el incremento de semilla.

En 1986, se sembraron 120 accesiones de P. coccineus en Río Negro para obtener semilla de polinización abierta para su posterior evaluación y distribución. Se obtuvieron semillas de polinización controlada mediante la polinización manual entre plantas de la misma accesión o por autopolinización. Estas semillas sirven para la conservación de la accesión en el banco de germoplasma.

Durante la multiplicación de la semilla se realizaron evaluaciones preliminares en unas características morfológicas tipo de germinación, pigmentación del tallo, hábito de crecimiento, color de flor, forma del estigma, tamaño y forma de la bracteola.

Evaluación de P. coccineus para resistencia a Ascochyta en Río Negro

Durante el segundo semestre de 1985 se evaluaron en Río Negro para su reacción a Ascochyta y a otras enfermedades fungosas, 33 accesiones de la subespecie polyanthus y 16 accessiones de la subespecie coccineus. Las accesiones se sembraron en un ensayo con dos

replicaciónes en relevo con maíz, se utilizaron los cultivares de P. vulgaris E 1056 como testigo subsceptible y G 6040 como testigo tolerante. Como testigo resistente se sembró P. coccineus subsp. polyanthus Guate 1076, de Guatemala.

Se realizó inoculación artificial para obtener una presión de selección adecuada de Ascochyta sp. Las reacciones a la enfermedad se observaron visualmente en la floración, y al comienzo y al final de la maduración. Los resultados muestran que la subespecie polyanthus tiene una muy buena reacción de resistencia a las enfermedades, al no presentar lesiones, o con lesiones sólo en las hojas primordiales. De otro lado, se observaron diferentes reacciones entre las diferentes poblaciones de la subespecie coccineus. Algunas de ellas fueron resistentes con lesiones sólo a nivel de las hojas primordiales, otras en cambio fueron altamente subsceptibles. Las mejores accesiones fueron tres poblaciones de Colombia (G 35357, G 35358 y G 35361) y tres poblaciones de México (G 35421, G 35429 y G 35430).

Se observaron también las reacciones a antracnosis, mancha angular, roya y oidum. Los resultados se encuentran en el cuadro 1.

La productividad de P. coccineus subsp. polyanthus fué alta, con un rendimiento de 3717 hasta 5726 kg/ha y un promedio de 4722 kg/ha. P. coccineus subsp. coccineus no dió buena producción, probablemente por su mayor vigor vegetativo.

Resistencia de P. coccineus a Mosca de frijol (Ophiomya phaseoli)

En 1985, se enviaron al Dr. Talekar en A.V.R.D.C. (Taiwan) 202 introducciones de las subespecies coccineus y polyanthus para estudiar su reacción a mosca de frijol, una plaga muy importante del frijol en varias partes de Asia y Africa. Las poblaciones más resistentes se utilizarán en cruces con el frijol común.

La fuente inicial de resistencia provino de una accesión mejicana de P. coccineus, G 35023, aunque durante 1983, las evaluaciones identificaron poblaciones más resistentes que G35023, lo que se confirmó mediante las evaluaciones realizadas en 1985. Las mejores fuentes de resistencia identificadas hasta ahora provienen de dos accesiones de la subespecie coccineus (G 35194 y G 35220) y 6 accesiones de la subespecie polyanthus (G 35345, G 35250, G 354332, G 35505, G 35526 y 35547).

Otras evaluaciones

Se evaluó un grupo de 305 accesiones tanto de la subespecie coccineus como polyanthus por los virólogos de frijol para examinar su resistencia al virus del mosaico común del frijol. A través de todo el grupo no se observó reacción alguna. Algunas de estas accesiones se están reexaminando por su resistencia al BCMV y también por su resistencia al BGMV.

Se analizaron 45 poblaciones de ambas subespecies que se cosecharon en Río Negro durante 1985, para evaluar su tiempo de cocción utilizando un cocinador Mattson. Se cocinaron 5 muestras de

cada accesión y el tiempo promedio de cocción fluctuó entre 25 a 60 minutos. El testigo vulgaris se cocinó en 20 minutos.

IBYAN (Vivero Internacional para la adaptación y el Rendimiento del Fríjol) para P. coccineus

El principal objetivo de este vivero es promover la producción de P. coccineus subsp. polyanthus y de P. coccineus subsp. coccineus.

Otros objetivos del vivero son evaluar en diferentes condiciones ambientales el rendimiento y la adaptación de accesiones promisorias de P. coccineus subsp. polyanthus, para comparar las accesiones con las mejores variedades locales (P. vulgaris y P. coccineus volubles), y para demostrar el valor de usar directamente las especies y no solo como fuente de características interesantes para el mejoramiento del fríjol común mediante hibridación interespecífica.

P. coccineus subsp. polyanthus es un fríjol voluble cultivado desde Méjico hasta el norte del Perú, en altitudes que fluctúan de 1600 a 2600 m. Tiene una maduración más larga que la del fríjol común pero es capaz de crecer nuevamente después de haber sido cortado. Su carácter plurianual puede ser una ventaja: ocupación permanente del terreno y producción continua. Su grano es más grande y necesita un tiempo de cocción superior al del fríjol común. A pesar de esto, la especie es interesante por su adaptación a mayores altitudes y regiones más húmedas, especialmente por su resistencia plagas y enfermedades (p.e. a Ascochyta) y su potencial de productividad.

El ensayo incluye 12 entradas: 10 accesiones de P. coccineus subsp. polyanthus seleccionadas durante el segundo semestre de 1985 en Río Negro por resistencia a enfermedades y por su productividad; y dos variedades locales sembradas como testigo (P. vulgaris y/o P. coccineus, según la región) con 3 replicaciones en un diseño de bloques al azar.

También se sembró el ensayo en Popayán, Río Negro y Pasto. En Popayán, no se observaron enfermedades excepto el oidium y la producción fué baja debido al tiempo seco. Se instalaron ensayos en Guatemala, Perú, Ecuador, Etiopía y Rwanda con el fin de comparar la adaptación de P. coccineus subsp. polyanthus en diferentes ecologías. Los colaboradores enviarán los resultados a CIAT.

Hibridación Interespecífica

Las poblaciones de P. vulgaris x P. coccineus incluyen muchos materiales altamente alógamos debido a la biología floral del fríjol cacha y a la segregación continua en generaciones avanzadas. El esquema de mejoramiento adoptado es un método de selección acumulativa que implica la reselección generación tras generación y cruzamientos entre las plantas seleccionadas. La metodología de mejoramiento incluye los siguientes pasos: seleccionar las mejores plantas individuales para rendimiento y resistencia a enfermedades y favorecer el cruzamiento entre las líneas avanzadas. La meta final es suministrar líneas avanzadas a los mejoradores de fríjol para el VEF.

Resultados de los Ensayos de P. vulgaris x P. coccineus

PALMIRA

Durante 1986, híbridos interespecíficos F_7 y F_8 entre P. vulgaris y P. coccineus seleccionados en Taiwan para resistencia a mosca de frijol, se sembraron en Palmira para multiplicación, evaluación agronómica y retrocruzamientos con variedades élites de P. vulgaris. Se seleccionaron un total de 213 plantas en medio de 2304 y la semilla se envió a Taiwan. Se envió también la semilla de 25 retrocruzamientos hechos con 6 variedades élites de P. vulgaris.

RIO NEGRO 1985 B

En Río Negro se sembraron 143 poblaciones de híbridos directos interespecíficos F_5 a F_8 (P. vulgaris x P. coccineus subsp. coccineus o subsp. polyanthus), para evaluar su resistencia a Ascochyta. Se realizó inoculación artificial un mes después de la siembra para asegurar una presión de selección adecuada. Se observó también la arquitectura y adaptación de las plantas y se seleccionaron 74 plantas de 54 poblaciones diferentes. Las reacciones a enfermedades de las mejores plantas se encuentran en el cuadro 2. Se entregaron semillas de estos híbridos al programa de mejoramiento para integrarlos en sus programas de selección y cruzamiento.

Una parte de las semillas cosechadas se sembró en Popayán (1986 A) y otra parte en Río Negro (1986 B) donde se continúa la selección para resistencia a enfermedades.

POPAYAN 1985 B

En Popayán, durante el segundo semestre de 1985 las siembras incluyen poblaciones híbridas directas y complejas de F_1 a F_5 como también algunos híbridos de retrocruces y la constitución de un bloque de cruzamiento.

Las poblaciones F_1 se componen de 13 híbridos directos de P. vulgaris x P. coccineus subsp. coccineus realizadas para introducir resistencia al BGMV en P. vulgaris; 18 P. vulgaris x P. coccineus subsp. polyanthus y 13 poblaciones híbridas complejas para Ascochyta; y 7 P. vulgaris x P. coccineus subsp. coccineus y 9 híbridos complejos para resistencia a la mosca del frijol. Las plantas de híbridos directos se autopolinizaron para aumentar la producción de semillas.

En progenies avanzadas, se realizó selección individual para resistencia a enfermedades (principalmente a Ascochyta), y para otras características como adaptación y arquitectura. Las semillas cosechadas de las plantas seleccionadas se sembraron en 1986 A para el ciclo siguiente de selección. Los mejores híbridos de las progenies F_4 y F_5 se encuentran en el cuadro 3.

POPAYAN 1986 A

Durante el primer semestre de 1986, se presentó tiempo seco y no se observó Ascochyta en el campo. Sinembargo, en las generaciones avanzadas F_6, F_7 y F_8 que provinieron de selecciones de Río Negro 1985 B, se seleccionaron plantas individuales por su arquitectura y producción. El cuadro 4 presenta las mejores combinaciones de híbridos, las cuáles se sembraron en Popayán en el segundo semestre de 1986.

Como en 1985 B, se multiplicaron para obtener suficiente semilla para selecciones posteriores unas 57 poblaciones híbridas F_1 realizadas para resistencia a mosca de fríjol y 4 poblaciones para características de arquitectura.

El vivero F_2 se compuso de dos poblaciones de P. vulgaris x P. coccineus subsp. polyanthus y 7 poblaciones híbridas complejas (una población de [PC F x PV] x PC_p y seis de [(PC_w x PV)] X PC_p) que se sembraron por su resistencia a Ascochyta. Todas las plantas se cosecharon y las semillas F_3 se sembraron para su evaluación durante 1986 B en Popayán.

VEF 1986

Este año se incluyeron en el VEF 5 líneas avanzadas de los cruces directos de P. vulgaris x P. coccineus subsp. coccineus. Todas las líneas son de tipo voluble indeterminado y provenían de un ensayo de adaptación en Palmira durante 1985. Incluyen dos líneas ICTA-Quetzal x M 7285 (semillas negras y café), dos líneas Aete 1/38 x M7688A (rojo y crema), y una línea Cena 164 x M 7689A (crema).

Actividades futuras del proyecto

Además de las actividades que se están desarrollando, se entregaron 103 accesiones de P. coccineus al programa de mejoramiento de fríjol para evaluar su resistencia a mustia y bacteriosis. La evaluación del germoplasma de P. coccineus para BCMV y BGMV que empezó en 1986 continuará en 1987. Se enviarán líneas de híbridos interespecíficos a Guatemala, para evaluar su resistencia al picudo del fríjol, Apion godmani.

Cuadro 1. Reacción de 16 introducciones de P. coccineus subsp. coccineus y 33 de P. coccineus subsp. polyanthus a algunas enfermedades foliares.

Enfermedad	P. coccineus subsp. coccineus		P. coccineus subsp. polyanthus	
	# de introducciones con pocos síntomas	# de introducciones susceptibles	# de introducciones con pocos síntomas	# de introducciones susceptibles
Antracnosis	16	0	33	0
Mancha angular	16	0	30	3
Roya	15	1	30	3
Oidium	10	6	31	2

Cuadro 2. Reacción de las mejores plantas seleccionadas en Río Negro en 1985 B a algunas enfermedades.

Cruce[1]	Identificación	Generación	Reacción a[2]					Días a floración
			Asc	Rust	Ant	ALS	PM	
$PVxPC_p$	Mortiño x X_7	F_6	1	2	2	2	1	58
	Ecuador 299 x Piloy	F_5	2	2	1	1	2	61
	Guate 1008 x Piloy	F_7	1	2	2	2	1	68
$PV \times PC_c$	NI 141 x G 35174	F_7	1	2	2	2	1	65
	NI 141 x G 35174	F_7	1	2	2	2	1	61
	Guate 467 x Guate 1259	F_5	2	2	2	2	1	66
	Pasto x Guate 1259	F_5	2	2	2	2	2	71
	Pasto x Guate 1259	F_5	2	2	2	2	2	68
Testigos	E 1056		8	5	5	4	5	63
	G 6040		5	3	2	3	7	71

1. PV = P. vulgaris; PC_p = P. coccineus subsp. polyanthus; PC_c = P. coccineus subsp. coccineus

2. Asc = Ascochyta; Ant= Antracnosis; ALS = Mancha angular; Rust = Roya
   PM = Oidium; evaluación con base en una escala de intensidad de 1-9.

Cuadro 3. Mejores selecciones para resistencia a Ascochyta en generaciones avanzadas en Popayán en 1985 B.

Cruces[1]	Identificación	Generación	Días a Floración	Reacción (escala 1-9)	Características
PV x PC_c	Cargamanto x 88-1	F_5	56	2	racimos largos
	Cargamanto x 88-1	F_5	50	2	racimos largos
$(PC_w xPV) xPC_c$	(NI889xBAT1274)xDGD78/045	F_4	49	2	racimos largos, productividad
	(NI889xBAT1274)xDGD78/045	F_4	50	2	estigma terminal, productividad
	(NI889xBAT1274)xDGD78/045	F_4	54	2	productividad
	(NI889xBAT1274)xDGD78/045	F_4	67	2	racimos largos
	(NI889xBAT1274)xDGD78/045	F_4	48	2	buena resistencia a enfermedades
	(NI889 x D145) x NI 15	F_4	65	2	
	(NI889 x D145) x NI 15	F_4	55	2	estigma externo racimos largos, productividad
$[(PC_w xPV) xPV] xPC_c$	[(NI889xG3807)xA133]xG35145	F_4	59	2	Hábito de crecimiento
Testigos	E 1056			8	

Cuadro 4. Mejores híbridos interespecíficos F_7, F_8 y F_9 de *P. vulgaris* x *P. coccineus* seleccionados para adaptación en Popayán en 1986 A.

Generación	Identificación	Cruce[1]	Número de poblaciones
F_7	Ecuador 299 x Piloy	PV x PC_p	8
	Guate 467 x Guate 1259	PV x PC_c	9
	Pasto x Guate 1259	PV x PC_c	2
F_8	Mortiño x X_7	PV x PC_p	17
	Guate 1008 x Piloy	PV x PC_p	11
F_9	NI 141 x G 35174	PV x PC_c	5

1. PV = *P. vulgaris*; PC_c = *P. coccineus* subsp. *coccineus*; PC_p = *P. coccineus* subsp. *polyanthus*;
   PC_w = *P. coccineus* formas silvestres

II. Mejoramiento Genético y Actividades Relacionadas

A. Introducción

Las actividades de mejoramiento de germoplasma del Programa de Frijol se basan en la amplia variabilidad de la colección de germo - plasma almacenada en CIAT. En la evaluación del banco de germoplasma se identifican las características útiles que presenten el potencial para resolver o reducir el efecto de los factores limitantes de la producción. Sinembargo, en muchas ocasiones el nivel de expresión de las características deseables en las accesiones del banco de germo - plasma no es suficiente para resolver algunos limitantes de la producción (p.e. el nivel de resistencia al BCMV, a la mancha de ascochyta, la resistencia a sequía, la resistencia a plagas de almacenamiento, y la capacidad para fijar nitrógeno atmosférico). También, tal variabilidad se presenta a menudo en materiales no adaptados, o en colores indeseables. Para el mejoramiento de las variedades comerciales, se necesitan combinaciones de los caracteres deseables según los proble- mas de producción y los requerimientos para cada zona ecológica. Por lo tanto las actividades del mejoramiento genético del Programa de Frijol pueden dividirse en dos aspectos: (a) Mejoramiento del carácter - el desarrollo de la máxima expresión del carácter en una diversidad de genotipos mediante la acumulación de diferentes genes para meca - nismos de resistencia u otras características deseables; y (b) des - pliegue de caracteres o mejoramiento varietal - la recombinación o el uso de estos caracteres en cultivares comerciales según las necesi - dades de la región de producción en particular para la cual se ha pensado el material. En las actividades posteriores, los cultivares comerciales se utilizan principalmente en cruzamiento para asegurar una adaptación apropiada en las progenies.

La tabla 1 presenta las responsabilidades específicas de los tres grupos de mejoramiento en estas dos actividades en el Programa de Frijol, con el número de cruces realizados durante 1986 y el número de líneas codificadas y presentadas a los VEF en 1986.

La sección D de este informe anual, ACTIVIDADES REGIONALES, resume el despliegue de caracteres o las actividades de mejoramiento varietal realizadas en las regiones de producción específicas. La siguiente sección a esta introducción, reporta las actividades de mejoramiento genético realizadas en las instalaciones de CIAT para apoyar las actividades regionales, como también en varias actividades de mejoramiento genético realizadas dentro de los proyectos regionales o en las regiones de producción.

B. Mejoramiento de características individuales

1. Resistencia a enfermedades Fungosas y Bacterianas

Introducción

Los patógenos de frijol son limitantes importantes para la producción en muchas regiones del mundo donde se cultiva el frijol. La principal estrategia utilizada por el programa de Frijol para manejar la mayoría de estos patógenos es la resistencia a la enfermedad. En algunas enfermedades se realizan también estudios para determinar la influencia del sistema de cultivo y las prácticas agronómicas en la iniciación de la infección, el progreso y la severidad final de la enfermedad. Las principales enfermedades de hongos y bacterias estudiadas por el programa de Fríjol son: antracnosis, roya, bacteriosis común, mancha angular, pudriciones radicales, añublo de halo y mancha de ascochyta. Las investigaciones realizadas durante 1986 se concentraron en roya, mancha angular, antracnosis, añublo de halo y bacteriosis común como también en el desarrollo de las metodologías para determinar con mayor precisión los mecanismos de resistencias a enfermedades.

Este año las principales actividades comprendieron la evaluación de varios viveros de frijol, en segregación y avanzados, por sus reacciones en condiciones de campo a los principales patógenos de frijol. Los resultados de estas evaluaciones se resumen en la sección C de este informe, Evaluación de Viveros Uniformes. Sinembargo, la mayoría de las evaluaciones de campo se realizaron en Colombia; muchos viveros se evaluaron en condiciones locales por los científicos de los programas nacionales.

Este año se realizaron estudios cruciales para el desarrollo de una estrategia apropiada de mejoramiento como la variación patogénica que existe en muchos de los patógenos de frijol conocidos por poseer razas. Se realizaron también investigaciones en los mecanismos de resistencia a enfermedades que existen en las accesiones de frijol actualmente disponibles, con el objetivo de aprender más acerca de los posibles tipos de resistencia que puede utilizarse en el mejoramiento de frijol o resistencia a enfermedades.

Tabla 1. Responsabilidades específicas, número de cruces realizados, y líneas codificadas por los tres mejoradores en el Programa de Fríjol del CIAT para los proyectos de mejoramiento y despliegue de caracteres en 1986.

Area de Investigación	Programa de Mejoramiento responsable	No. de cruces	No. de líneas codificadas enviadas a VEF 86	No. de poblaciones despachadas
Mejoramiento de carácter				
Virus del mosaico común	III	159	10	175
Virus del mosaico dorado	I	128	7	
Roya	I	10		
Bacteriosis común	I	115	54	
Añublo de Halo	III	34	4	
Mustia	I		37	58
Anthracnosis	II	14		
Mancha angular	II	3		
Ascochyta	III	138	23	54
Roña del fríjol	III			
Empoasca (saltahojas)	III	122	27	
Apion (picudo de la vaina)	I	4		
Insectos de almacenamiento	III	23	16	
Mosca del fríjol	III	13		
Nemátodos	III	20		
Sequía	II	19		
Temperatura/photoperíodo	III	28		
Bajo P	II	40		11
Madurez	II	152		
Fijación de N_2	I	13		
Arquitectura	II			
Potencial de rendimiento	II	211		
Habichuelas	III	90		
Despliegue de caracteres				
Africa	III	314	87	644
América Central	I	256	130	43
Caribe	I	28	32	17
Costa de México, Perú	I	119	20	83
Fríjol negro Brasil	I	132		
Brasil (no negros)	II	105	343	197
Altiplano Mexicano	II	229	196	90
Argentina (Negro)	I	12		12
Argentina/Asia occ.	II	169		55
Zona Andina	III	319	536	288
Perú/Chile	I		162	
TOTAL		3019	1684	1727

ROYA

Esta enfermedad, causada por el patógeno altamente variable, Uromyces appendiculatus var. appendiculatus (= U. phaseoli), es de importancia económica en muchas áreas de América Latina y África. En la tabla 1 se presentan la mayoría de las entradas resistentes evaluadas en el Vivero Internacional de Roya de Frijol (IBRN) en diferentes lugares a nivel mundial. Todos los cultivares evaluados son susceptibles al menos en alguna localidad lo que sugiere la amplia variabilidad del patógeno de la roya. Los cultivares Redlands Pioneer, Redlands Greenleaf B, y Redlands Greenleaf C fueron susceptibles en el menor número de localidades.

Durante 1986, se evaluaron varios viveros de frijol en condiciones de campo por su reacción al patógeno de la roya. La mayoría de las entradas resistentes e intermedias a la roya, de los VEF de 1985, se reevaluaron en 1986. De 201 entradas, 88 fueron resistentes (43.78%), 106 fueron intermedias (52.74%) y solamente 6 fueron susceptibles (3.48%). En forma similar, 83 entradas de los EP de 1985 se evaluaron y 53 fueron resistentes (63.8%), 22 intermedias (26.6%) y ocho fueron susceptibles (9.6%). En todos los casos el testigo resistente, BAT 308, tuvo una reacción promedia de 3, en una escala de 1 a 9, y el testigo susceptible BAT 883, presentó una reacción susceptible que fluctuó entre 7 y 8. La mayoría de las líneas promisorias se evaluarán posteriormente.

De las evaluaciones de roya realizadas en Cuba durante una severa epidemia de roya ocurrida en 1985, se seleccionaron 55 líneas de frijol por su resistencia a la roya y se evaluaron en condiciones de campo en Palmira. De estas líneas sólo 3 líneas presentaron una reacción de resistencia, 27 una reacción intermedia y 25 una reacción susceptible. Estos resultados sugieren que los aislamientos del patógeno de la roya de Cuba son diferentes a aquellos encontrados en Palmira y que la variación patogénica en Cuba es menos amplia que la encontrada en Palmira. Por lo tanto, las líneas que son resistentes a la roya o que presentan reacciones intermedias en ambas localidades, se seleccionan con mayor facilidad a partir de las evaluaciones realizadas en Palmira.

Se realizaron evaluaciones similares en 55 líneas fríjol con color de grano comercial para el altiplano de México, las cuáles se habían evaluado por su reacción de resistencia o mediana resistencia a la roya en Texcoco, México. Algunas de estas líneas se evaluaron dos veces en México antes de evaluarse en Colombia. Nuevamente algunas de las líneas resistentes en una localidad fueron susceptibles en la otra (tales como A 293 y MAN 11), aunque se evaluaron como resistentes varias líneas en ambas localidades durante más de un año (tabla 2). Aquellas líneas resistentes a la roya en ambas localidades se utilizan como fuentes de resistencia a la roya para el altiplano de México.

MANCHA ANGULAR

En la búsqueda de líneas de frijol con amplia resistencia al patógeno de la mancha angular, se evaluaron también en Santander de Quilichao, Colombia, 422 líneas de frijol de los viveros avanzados de frijol del CIAT que se habían evaluado previamente como resistentes o intermedias a la mancha angular en Popayán. De un trabajo anterior realizado en condiciones de campo e invernadero, se conoce que los aislamientos del patógeno de la mancha angular de Quilichao son diferentes de aquellos encontrados en Popayán (véase el informe anual del Programa de Frijol de 1985). De éstas, se seleccionaron 77 líneas por su reacción de resistencia o intermedias a la mancha angular en Quilichao. Estas (seleccionadas previamente en Quilichao entre 1.066 líneas de frijol por su reacción a la mancha angular), se sembraron durante ambas estaciones de 1986. Los materiales se entre - mezclaron con esparcidores susceptibles a la enfermedad que se habían sembrado en forma anticipada. Se distribuyeron a lo largo de todo el campo líneas de frijol conocidas por ser buenos testigos de la enfermedad. Se seleccionaron 249 entradas de la primera siembra de 1986. En el segundo semestre, se utilizaron parcelas de 4 surcos, cada una de 4 metros de largo con el objetivo de evaluar su reacción a la mancha angular, y la reacción a otras enfermedades. Se realizaron varias evaluaciones del follaje y las vainas durante el semestre.

Ninguna de las líneas evaluadas presentó reacción de inmunidad, aunque varias presentaron tanto una reacción de resistencia como una reacción intermedia bajo una adecuda presión de enfermedad lo que se corroboró mediante el ataque severo de la mancha angular que se observó en los testigos susceptibles (tabla 3). En forma característica, estas líneas presentaron generalmente un número bajo de pequeñas lesiones, y no presentaron senescencia o defoliación prematura como lo hicieron las líneas susceptibles, donde la senescencia es causada por lesiones grandes que se unen tanto en el follaje como en las vainas. Muchas de las líneas las cuáles se habían evaluado como resistentes o medianamente resistentes en Colombia tienen un color de grano comer - cial. Estas se incluirán en el Vivero Internacional para la resistencia a la mancha angular del frijol (BALSIT). El BALSIT se distribuirá para su evaluación en las diferentes áreas del mundo donde la mancha angular es el problema principal. Aquellas líneas de frijol que pre - senten una amplia resistencia a la mancha angular se utilizarán subsecuentemente como fuentes de resistencia en el Programa de Mejoramiento.

ANTRACNOSIS

La Antracnosis del frijol es una de las enfermedades más importantes en América Latina y Africa. El agente causal, Colletotrichum lindemuthianum, es transmitido en la semilla y presenta una variación patogénica amplia, lo que explica porqué muchas variedades de frijol muestran una reacción diferente entre localidades.

A pesar de la importancia de la antracnosis en muchas de las áreas importantes de producción de frijol de estos dos continentes, se

tiene muy poco conocimiento acerca de la amplitud de la variación patogénica de C. lindemuthianum, como también se desconoce la reacción y el valor de muchas variedades resistentes a la antracnosis en estas regiones. En los últimos años, (Véase Informes Anuales del Programa de Frijol del CIAT 1981, 1982, 1983 y 1984), el énfasis en la investigación de la antracnosis realizada en CIAT incluyó la identificación de nuevas y amplias fuentes de resistencia a la antracnosis; estudio de la variación patogénica que existe en C. lindemuthianum, en localidades donde la antracnosis es un problema importante; y la evaluación local en condiciones de campo y de invernadero de la mayoría de las fuentes promisorias de resistencia en frijol, y de las líneas y variedades con grano comercial y buena adaptación local. Gran parte de este trabajo de patología, particularmente el relacionado con las evaluaciones del germoplasma de frijol, se realizó en colaboración con las secciones de mejoramiento del Programa de Frijol en CIAT.

Durante 1986, y en colaboración estrecha con los científicos de frijol de los Programas de Investigación Nacional, se realizaron estudios sobre la variación patogénica y la reacción de las fuentes de resistencia a la antracnosis con aislamientos de C. lindemuthianum provenientes de Costa Rica, Colombia y varios países de Africa.

Seis aislamientos de C. lindemuthianum (de Kenya, Zaire, Tanzania y Burundi), se inocularon en un grupo de 13 variedades diferenciales de fríjol (tabla 4). Los aislamientos se caracterizaron en tres grupos distintos de patogenicidad según las reacciones que ellos produjeron en las variedades diferenciales. Los tres aislamientos Cl-1 AFR, CL-3, AFR y CL-5 AFR (de Kenya, Tanzania y Zaire, respectivamente), produjeron una reacción casi idéntica en las variedades difeerenciales, y según la reacción de las primeras cuatro variedades (Michelite, Michigan Dark Red Kidney, Perry Marrow y Cornell 49242) ellos pertenecen al grupo beta. Dos aislamientos CL-2 AFR y CL-4 AFR de Zaire y Burundi, respectivamente pertenecen al grupo Brasil I y un aislamiento de Kenya, CL-6 AF, al grupo México II. Vale la pena anotar que ninguno de los aislamientos africanos caracterizados, atacaron a Cornell 49242 fuente del gen ARE de resistencia a la antracnosis.

Las líneas y las variedades de fríjol utilizadas como padres para el mejoramiento por resistencia a la antracnosis en Africa se inocularon también con los mismos aislamientos (tabla 5). La accesión G 2333 del germoplasma de frijol Mexicano presentó una reacción de resistencia a todos los aislamientos. Esta accesión también tiene reacción de resistencia a un rango muy amplio de aislamientos de otras áreas del mundo. En forma similar, BAT 1386, como también AB 136, A 475 y G 2338 utilizados como variedades diferenciales, que presentaron una reacción de resistencia a todos los aislamientos Africanos escudiados. Tres de los cultivares africanos inoculados, Habyalimana, Cyanuyu y C 10 (todos de Ruanda) presentaron también reacciones de resistencia a todos los aislamientos. Urobonobono, un cultivar de Burundi el cual presenta una reacción susceptible a la antracnosis, en condiciones de campo en ese país, fué también susceptible al aislamiento de C. lindemuthianum de Burundi, como también a los

aislamientos del grupo Brasil I de Zaire y Kenya, aunque sí presentó una reacción de resistencia a todos los otros aislamientos. En forma similar, los cultivares Mutiki 2 de Uganda, y Kibungo 2 de Ruanda, fueron susceptibles a todos los aislamientos excepto a aquellos que pertenecían al grupo Brasil I. Estos resultados indican claramente que existe la posibilidad de combinar genes de resistencia a la antracnosis mediante el cruzamiento de los diferentes cultivares con resistencia específica. Esta estrategia de acumulación de genes de resistencia se combinará con la utilización de fuentes ampliamente resistentes para ampliar y diversificar la base genética de la resistencia a la antracnosis para Africa.

Se inocularon también poblaciones híbridas en la F_2 con aislamientos seleccionados, según la resistencia encontrada en los padres, como se describió anteriormente. En la figura 1, la segregación de las plantas F_2, en cuatro cruces de BAT 1386 con cultivares Africanos susceptibles, siguió una distribución bimodal. Este indica que un gen único dominante controla la resistencia en BAT 1386 al grupo de aislamientos de la raza beta y existe también evidencia en la misma figura para algunos efectos cuantitativos. En cruces similares en los que se utilizó A 240 como fuente de resistencia, se presentó el mismo tipo de segregación, lo que sugiere la presencia del mismo gen dominante. Se hicieron retrocruzamientos entre plantas individuales con resistencia y los cultivares africanos; este procedimiento continuará durante una segunda generación con el fin de incorporar el gen para la resistencia en estos cultivares importantes. En los cruces de padres resistentes por resistentes hay evidencia (a partir de una carencia de segregantes susceptibles) de que los siguientes padres tienen el mismo gen para resistencia: A 30, A 252, PVMX 1535, Urubonobono y Carolina. En cruces con las fuentes de Africa que presentan resistencia a todos los aislamientos, (Cyunyu, Habyalimana y C 10), la segregación indica que existe más de un gen que controla la resistencia en estos cultivares.

En cruces inoculados con aislamientos que pertenecen al grupo Brasil I, se obtuvo una segregación casi perfecta para un gen único dominate de resistencia utilizando A 483 y A 484 como fuentes de resistencia (figura 2). Como antes, los cruces con Cyunyu y C 10 mostraron una distribución más cuantitativa, lo que sugiere que estos cultivares pueden tener una resistencia no específica heredada en forma cuantitativa (figura 3).

La antracnosis ha sido reportada durante años en Costa Rica, aunque pocas veces la enfermedad ha causado un daño severo. Sinembargo, por la introducción de las nuevas variedades algunas de las cuáles eran susceptibles a la antracnosis, la enfermedad se convirtió en un problema de producción de ciertas áreas. Por lo tanto, se realizó un estudio en colaboración con los científicos de la Universidad de Costa Rica para determinar la variación patogénica entre las poblaciones de C. lindemuthianum en ese país y para evaluar la reacción de varias fuentes de resistencia a la antracnosis y de nuevas variedades con color de grano comercial para Costa Rica.

Seis aislamientos, tres de la región central, y tres de la región norte de Costa Rica, se inocularon en doce variedades diferenciales. Un aislamiento de la raza kappa de Europa se utilizó para establecer comparaciones. Con base en la reacción de las variedades diferenciales, dos aislamientos de la región central (uno de Alajuela y otro de Grecia), pertenecen a la misma raza. El otro aislamiento de esta región, Quepos, fué diferente. Los tres aislamientos de la región norte produjeron reacción idéntica en las seis primeras variedades diferenciales aunque no en el resto (tabla 6). Con base en la reacción de las primeras cuatro variedades diferenciales (Michelite, MDRK, Perry Marrow y Cornell 49242), los aislamientos de Alajuela y Grecia de la región central, pertenecen al grupo Brasil I, en forma semejante a aquellos aislamientos Africanos CL-2 de Zaire y CL-4 de Burundi (Véase tablas 4 y 5). Sinembargo, mientras que los aislamientos africanos no atacaron a Cornell 49242, la fuente del gen ARE de resistencia a la antracnosis, dos aislamientos de Costa Rica atacaron severamente a Cornell 49242. El otro aislamiento de la región central, originario de Grecia, fué idéntico a la raza Kappa (ambos atacaron a Cornell 49242) en base también en la reacción de las primeras cuatro variedades diferenciales. Tres aislamientos de la región norte que pertenecían al mismo grupo de raza, denominado Alfa Brasil, también atacaron a Cornell 49242. Sinembargo, dos de estos aislamientos atacaron la variedad diferencial y fuente de resistencia To y un aislamiento atacó a Tu.

Con base en la caracterización de los aislamientos de Costa Rica, se evaluaron 56 líneas y variedades de frijol (algunas con color de grano comercial para Costa Rica y otras utilizadas como fuentes de resistencia a la antracnosis), por su reacción a la variación patogénica existente. Se utilizó un aislamiento representativo de cada grupo: Alajuela para el grupo Brasil I, Quepos para Kappa y Esparza para Alfa Brasil. La mayoría de las variedades comerciales fueron susceptibles a una o más razas del patógeno (tabla 7), aunque muchas de las fuentes de resistencia a la antracnosis utilizadas fueron resistentes a todas las razas patogénicas encontradas en este estudio. Por lo tanto, es posible seleccionar fuentes de resistencia a la antracnosis a partir de una amplia variedad de accesiones que tienen diferentes colores de grano que ya se habían cruzado con variedades que tenían colores de grano comercial para Costa Rica.

Mecanismos de resistencia a enfermedades

El año pasado, (véase el informe anual del Programa de Frijol, 1985) reportamos los mecanismos de reacción a enfermedades disponibles en las variedades de frijol a los diferentes aislamientos de Isariopsis griseola, patógeno de la mancha angular. Este año reportamos algunos mecanismos de reacción a la enfermedad estudiados para la antracnosis y para la roya.

ANTRACNOSIS

Algunas de las líneas de frijol inoculadas en condiciones de invernadero con aislamientos de Colletotrichum lindemuthianum son resistentes a algunos aislamientos y susceptibles a otros, en tanto

que algunas líneas son resistentes a todos los aislamientos y otras son susceptibles a la gran mayoría de estos aislamientos. En condiciones de campo, líneas tales como Ecuador 1056, son resistentes al patógeno de la antracnosis en todas las áreas donde la variedad se ha evaluado, aunque ésta es susceptible a la gran mayoría de aislamientos en el estado de plántula bajo condiciones de invernadero (véase el Informe Anual de fríjol, 1983). Este tipo de mecanismo es a menudo referido como una resistencia de la planta adulta o resistencia de campo.

También observamos que algunas de las variedades las cuáles son susceptibles a ciertos aislamientos de C. lindemuthianum pueden inducirse para presentar una reacción de resistencia si ellas se inoculan primero con un aislamiento que no cause ningún síntoma de estas variedades. Calima y Cornell 49242 son ambas susceptibles en condiciones de campo en Popayán, Colombia, aunque en condiciones de invernadero ellas son resistentes a algunos aislamientos y susceptibles a otros aislamientos recolectados del campo en Popayán. Calima no presenta reacción, y no presenta síntomas cuando se inocula en condiciones de invernadero con el aislamiento de C. lindemuthianum Guacas 3, aunque sí es extremadamente susceptible al aislamiento 10-76. De otro lado, Cornell 49242, es extremadamente susceptible al aislamiento 10-76 aunque no presenta síntomas cuando se inocula con el aislamiento Guacas 3.

Cuando se inoculó Calima con una mezcla de estos aislamientos, éste presentó también una reacción susceptible; sinembargo si Calima se inocula primeramente con Guacas el aislamiento no patogénico y posteriormente con el aislamiento patogénico, entonces presenta síntomas mucho menores de la enfermedad. La severidad de la enfermedad en Calima disminuye considerablemente conforme aumenta el intervalo entre las dos inoculaciones (figura 4). Esta resistencia inducida es mucho más aparente en Calima cuando se inocula primero con aislamientos no patogénicos y la segunda inoculación con aislamientos patogénicos se retrasa durante siete días. Se puede inducir el mismo tipo de reacción de resistencia en Cornell 49242, cuando se inocula primero con el aislamiento no patogénico 10-76 y posteriormente con el aislamiento patogénico Guacas 3, aunque la reacción de resistencia inducida no es tan adecuada como la que presenta Calima. Este tipo de resistencia inducida también se conoce con el de protección cruzada.

Se observó un mecanismo similar de resistencia inducida cuando plantas de Cornell 49242 se asperjaron primero con una suspensión líquida obtenida de plantas de fríjol Calima maceradas y se inoculó posteriormente a Cornell 49242 con el aislamiento patogénico Guacas 3. Calima es resistente al aislamiento Guacas 3 y no muestra síntomas visibles de antracnosis en tanto que Cornell 49242 es susceptible a este aislamiento (véase figura 5). Cuando Cornell 49242 se asperja primero con el extracto de Calima se obtiene la más alta resistencia inducida, cuando la inoculación con el aislamiento patogénico se demora, la severidad de la enfermedad aumenta. Cuando el extracto de la planta y la suspensión de esporas del aislamiento patogénico se mezclan conjuntamente y se guardan al menos durante dos horas antes de

ser aplicadas a Cornell 49242, la severidad de la enfermedad disminuye considerablemente.

Si a la mezcla no se le permite permanecer durante un período, antes de su agitación, la severidad de la enfermedad no disminuye mucho. En forma similar se observó también una reacción de resistencia inducida si Cornell 49242 se inoculaba primero con el aislamiento patogénico e inmediatamente después con el extracto de Calima. La menor reacción de resistencia se presenta cuando se permite la ocurrencia de períodos largos entre la inoculación con el aislamiento patogénico y la aplicación del extracto de Calima. Esto parece deberse al hecho de que las esporas de C. lindemuthianum necesitan varias horas para su germinación y penetración en el tejido de la planta, y el extracto de Calima parece tener un efecto fungistático en las esporas del aislamiento utilizado.

En un estudio diferente de los mecanismos de resistencia a enfermedades de la planta de fríjol a C. lindemuthianum, se inocularon tres variedades en forma separada con una mezcla de tres aislamientos del patógeno de la antracnosis (Tabla 8). Cada variedad fué susceptible solamente a un aislamiento: Calima al aislamiento 10-76, Cornell 49242 a Guacas 3, y BAT 841 a Tep. 4. Con base en su reacción a muchos aislamientos del patógeno de la antracnosis, Cornell 49242 es susceptible a un mayor número de aislamientos que las otras dos variedades. En condiciones de campo, BAT 841 es también resistente en más localidades que las otras dos variedades.

Estas variedades tenían una reacción altamente susceptible cuando se inocularon con 1.2×10^6 esporas/ml de los aislamientos que los atacaron. Sinembargo cuando la cantidad del inóculo del aislamiento patogénico se diluyó a la mitad o a la tercera parte del original, las variedades más susceptibles (Cornell 49242 y Calima) continuaron presentando una reacción susceptible en tanto que la variedad de resistencia más amplia BAT 841 presentó sólo una reacción intermedia. Este tipo de reacción también se observó en otras variedades las cuáles son resistentes a muchos aislamientos de C. lindemuthianum, aunque son susceptibles sólo a uno o a pocos aislamientos.

En tanto que se necesitan evaluaciones de más variedades, estos resultados preliminares sugieren que puede ser posible identificar variedades de fríjol con amplia resistencia al patógeno de la antracnosis sin la necesidad de inocularlas en condiciones de invernadero con un gran número de aislamientos, o de evaluarlas en el campo en muchas localidades donde se presenta la antracnosis. Estos resultados también sugieren, que para muchas de las variedades que son evaluadas por su resistencia en condiciones de invernadero, es más eficiente evaluarlas con las mezclas de aislamientos claves teniendo en cuenta que los resultados obtenidos indican que altas concentraciones de esporas de un solo aislamiento virulento puede sobrepasar la resistencia de aquellas variedades con amplia resistencia. En forma similar, estos resultados de acuerdo con aquellos presentados en la figura 4, indican claramente que el fríjol inoculado con mezclas de aislamientos del patógeno de la antracnosis, el fenómeno de protección cruzada (resistencia inducida) solo ocurre cuando se inocula primero

una variedad con un aislamiento no patogénico y posteriormente con uno patogénico. Cuando una variedad se inocula con una mezcla de aisla - mientos (algunos que causan enfermedad y otros que no la causan), la variedad desarrolla la enfermedad, a menudo con la misma severidad que presenta cuando se inocula únicamente con un aislamiento patogénico.

Estos resultados son extremadamente útiles en vista de que la selección por resistencia a la antracnosis en fríjol en muchos países se ha realizado en condiciones de invernadero utilizando altas concentraciones de esporas de aislamientos patogénicos únicamente para inocular en plántulas de fríjol. En tales condiciones, la posibilidad de descartar excelentes fuentes de resistencia a la antracnosis existe sino se consideran cuidadosamente, la edad de la planta, la cantidad de inóculo y el número de aislamientos utilizados.

ROYA

La metodología presentada anteriormente para inducir resistencia en fríjol al patógeno de la antracnosis se utilizó también en el estudio de la roya del fríjol causada por Uromyces appendiculatus. Estos resultados son altamente similares. Se utilizaron dos accesiones de fríjol: ExRico 23 es susceptible a un aislamiento de Palmira, Colombia, llamado CIAT (C), sinembargo éste es resistente (no se formaron pustulas visibles) a un aislamiento recolectado de una variedad de habichuela (Blue Lake) llamado Pradera (P). En condiciones de invernadero es posible proteger al susceptible ExRico 23 contra el aislamiento patogénico de la roya C, si las plantas de ExRico 23 se incoularon previamente con el aislamiento P. Esta protección no es sistémica y sólo aquellos tejidos foliares inculados previamente con el aislamiento no patogénico mostraron la resistencia inducida. Estos resultados se obtuvieron en condiciones de invernadero.

Se realizó también un ensayo en condiciones de campo en Palmira, utilizando la variedad ExRico 23 y los aislamientos P y C del patógeno de la roya. Se incluyeron seis tratamientos, cada uno con 3 replicaciones y 4 surcos por replicación:

1. ExRico no se inoculó o protegió

2. ExRico 23 se inoculó con el aislamiento patogénico C cada seis días.

3. ExRico 23 se protegió con el aislamiento P cada tres días.

4. ExRico 23 se protengió con el aislamiento P cada seis días.

5. ExRico se inoculó primero con el aislamiento P y tres días después con el aislamiento C. Esto se repitió semanalmente.

6. ExRico se inoculó primero con el aislamiento P y tres días después con el aislamiento C. Esto se repitió cada seis días.

Se presentaron diferencias significativas en el rendimiento entre los tratamientos protegidos primero con el aislamiento no patogénico Pradera y el tratamiento no protegido que se inoculó solamente con el aislamiento patogénico C (véase tabla 9). No hubo diferencias significativas del rendimiento entre los otros tratamientos. El rendimiento más bajo del tratamiento no protegido (1650.0 kg/ha) también correspondió a la mayor cantidad de roya presente (AUDPC = 346.67). Hubo también diferencia significativa en la cantidad de roya entre los tratamientos no protegidos y el resto de los tratamientos. Los resultados del peso de 100 semillas y del número de vainas por tratamiento fueron similares a los encontrados para el rendimiento. Se está evaluando la significancia práctica de estos resultados.

AÑUBLO DE HALO

En 1986 se realizó un segundo viaje a Africa como parte del proyecto colaborativo entre la estación Nacional de Investigación en Hortalizas (NVRS), en el Reino Unido, y CIAT. El objetivo fué obtener posteriormente muestras de patógeno del añublo de halo, y evaluar el vivero internacional para añublo de halo (IBHBN), distribuido por primera vez en tres lugares de Africa. Las líneas que se incluyeron en este vivero se seleccionaron a partir de un grupo de 454 cultivares evaluados en el NVRS en 1985, e incluyeron todas las fuentes de resistencia no específicas a razas identificadas en 1985. El mejor vivero en términos de presión de añublo de halo, fué el sembrado en Kisozi, Burundi. En este lugar, predominó la raza 3 y los resultados en el campo confirmaron que las líneas con resistencia hipersensitiva en las pruebas de invernadero fueron también resistentes en el campo. Líneas con resistencia no específica o intermedia en el invernadero también mostraron resistencia de campo. Las conclusiones preliminares indican que las variedades con notas de severidad inferiores a 5 en las casas de malla (en una escala de 1 a 9) pueden mostrar adecuados niveles de resistencia en el campo.

Se realizó un análisis por conglomerado con base en la reacción a la enfermedad para comparar los ocho aislamientos de añublo de halo utilizados para la selección o tamizado de 454 líneas de fríjol en NVRS. Los tres aislamientos de la raza 3 (de Mbeya, Tanzania; Rwerere, Ruanda; y Kasese, Uganda) fueron muy similares el uno al otro, y muy diferentes de los otros aislamientos. Los aislamientos de raza 2 de Colombia (Obonuco) y Estados Unidos fueron similares el uno al otro, aunque los otros dos aislamientos de la raza 2 (de Chapingo, México, y Mbeya, Tanzania) fueron muy diferentes de la raza 2 (de Chapingo, México, y Mbeya, Tanzania) fueron muy diferentes tanto el uno al otro como de los otros aislamientos. Esta heterogeneidad dentro de la raza 2 indica que se necesitarán eventualmente más cultivares con reacción diferencial.

Se mencionó en el informe de 1985 que se asignaría alta prioridad a la búsqueda de resistencia específica a la raza 2. Parece que se dispone de dos subgrupos de aislamientos dentro de la raza 2. Por ejemplo, se encontró que la línea CIAT ZAA 12 era resistente al aislamiento de Tanzania. Esta línea se seleccionó del cruce entre Horsehead y NY76-2812-15 y posteriormente presentó también resistencia

específica al aislamiento de Estados Unidos de la raza 2, lo que demuestra que la resistencia específica es heredable.

Selecciones posteriores por resistencia a la raza 4, aislada de soya y ocasionalmente en algunos frijoles del Africa Central, indican que un alto porcentaje del germoplasma de frijol es resistente (68% de un grupo de 91 líneas evaluadas con dos aislamientos son resistentes). Se identificaron un gran número de líneas de CIAT con resistencia combinada a las razas 3 y 4 (p.e. AFR 203, AFR 214, AND 299, AND 367, BRU 2, HAL 1, ZAA 5, ZAA 12 y ZAA 55). Igualmente un número de líneas del programa de Leguminosas de Grano en Kenya tiene esta combinación de resistencia (p. e. GLP-X-1150, GLP-X-1135, y GLP-X-1127).

Se están utilizando dos estrategias de mejoramiento para la incorporación de resistencia al añublo de halo en cultivares importantes mediante retrocruzamiento. Para Africa central es muy sencillo seleccionar líneas con resistencia combinada a las razas 1 y 3. Esto cubriría las necesidades actuales para resistencia en Uganda, Rwanda, Burundi y Zaire (figura 1). La segunda estrategia es incorporar resistencia no específica, utilizando principalmente G 3954 (WIS HBR 72), como la fuente. Esta es la solución más satisfactoria a largo plazo, y se necesita en forma inmediata para los países de America Latina donde predomina la raza 2 (México, Colombia y Perú), como también para Kenya, Tanzania y Zambia (figura 1). La amplia disponibilidad de germoplasma que poseen resistencia específica a la raza, y la facilidad de seleccionarlo, hacen la primera estrategia a corto plazo de especial importancia.

En cruces para incorporar la resistencia a las razas 1 y 3, las segregaciones en la generación F_2 indicaron que genes dominantes controlan la resistencia a estas razas, y que no hay evidencia de ligamento entre los genes. El gen para la resistencia a la raza 3 es muy fácil de detectar cuando la reacción en las hojas primordiales es hipersensitiva. Hasta aquí los cruces realizados entre los padres resistentes a la raza 3 no segregaron plantas susceptibles, lo que sugiere que el mismo gen es responsable de la resistencia en todos los materiales.

La resistencia no específica de G 3954 se ha mostrado que esta controlada por un gen recesivo, obtenido de PI 150414, mas el gen dominante de resistencia a la raza 3. Las segregaciones en la F_2 observadas indican que estos genes no están ligados (figura 2). Un gran número de otras fuentes de resistencia no específicas, descritas en el informe de 1985, parecen tener una resistencia controlada cuantitativamente: p.e. G54477 (Gt. Northern 3 # 1 sel 27) y G 13673 (Mantequilla).

AÑUBLO BACTERIANO COMUN (CBB)

Como con las otras enfermedades fungosas y bacterianas, se evaluaron viveros de frijol segregantes y avanzados durante 1986 por su reacción al patógeno del CBB, principalmente en condiciones de campo en Palmira, Colombia.

Un análisis de pedigrí de las líneas de CIAT resistentes a Xanthomonas reveló que la mayoría de la resistencia en las líneas de semilla pequeña se derivó tanto de PI 207.262 o como de las fuentes de Nebraska Great Northern (Jules y Tara). Por lo tanto, en 1986 se realizó un esfuerzo para diversificar las fuentes resistentes a CBB en los tipos de grano pequeño, y con la incorporación de fuentes tales como BAT 1500, Xan 236 y otra progenie de G 4399 (Tamaulipas 9-8); BAT 1192 y otra progenie de Honduras 46; como también las líneas derivadas de XAN 159, las cuáles se derivaron de un cruce interespecífico.

En los tipos de grano grande, es relativamente frecuente encontrar un nivel de resistencia intermedio en las hojas, y existe un menor problema con la uniformidad genética. Sinembargo, en general esta clase sufre una gran susceptibilidad en vainas, por lo tanto se inició la inoculación de vainas de plantas en el campo este año. Se utilizaron agujas hipodérmicas para inyectar el inóculo (5×10^7 células/ml; 5 punciones) en el tejido de la pared de vainas jóvenes a los 8-10 días después de la floración. Los resultados fueron los esperados, aunque se observó mucha variación de vaina a vaina. Aparentemente la reacción en la vaina es mucho menos consistente que la reacción foliar. La edad de la vaina parece ser una fuente de error, en tanto que las vainas con más fibra parecen más resistentes. Por ejemplo, líneas de floración temprana tales como Desarrural presentaron una reacción aceptable, aunque se conoce que Desarrural presenta susceptibilidad en vainas. Indudablemente esto no es un mecanismo debido a un mayor avance en el desarrollo de la vaina en los materiales tempranos. No obstante, líneas tales como XAN 112 las cuáles se seleccionaron previamente por su reacción foliar fueron también las más resistentes en vainas. Se presume que algunos elementos de resistencia foliar se expresan también en las vainas.

Tabla 1. Reacción de variedades monitoras de roya del vivero internacional de Roya del frijol evaluadas desde 1975-84 en muchas regiones de cultivo de frijol en el mundo.

Variedad Monitora	No. de evaluaciones	Frecuencia del tipo de reacción[1]			
		Inmune	Resistente	Intermedia	Susceptible
Redlands Pioneer	94	12	51	27	3
Redlands Greenleaf B	108	11	50	33	4
Redlands Greenleaf C	100	16	41	39	4
Cocacho	95	15	43	31	6
Mexico 309	108	45	43	13	7
Cuilapa 72-1P (G 4489)	108	33	41	27	7
Ecuador 299 (G 5653)	108	20	41	38	9
Mexico 235	98	26	35	29	9
Turrialba 4 (G 4465)	109	23	31	34	11
Puerto Rico 5	108	25	42	28	13
Compuesto Chimaltenango 3	104	23	53	16	12
Compuesto Chimaltenango 2	104	32	33	24	15
Redlands Autum Crop	98	11	38	34	15
Turrialba 1 (G 4485)	107	19	31	37	20

[1] Evaluaciones con base en una combinación del tipo de pústula y porcentaje de área foliar con roya.

Tabla 2. Reacción de algunas líneas de frijol con color de grano comercial para el altiplano de México al patógeno de la roya en Texcoco, México y Palmira, Colombia.

Línea de Fríjol	Reacción a Roya[1]	
	Texcoco	Palmira
A 177*	3	3
A 197*	3	3
A 440*	3	3
A 441*	3	3
A 114	3	3
A 172	1	3
A 197	1	3
A 252	3	3
A 255	1	3
A 262	1	1
A 266	4	3
A 316	1	3
A 440	1	5
A 445	2	3
EMP 134	3	3
Bayo Mex	1	3
Ojo de Cabra 400	1	3
MAM 7	4	3
BAT 12	4	3
Alteño	1	1
A 293	1	7
MAN 11	8	1

[1] Con base en una combinación de tipo de pústula y porcentaje de área foliar con roya; donde 1 = inmune; 3 = resistente; 5 = intermedio; 7 = susceptible y 9 = altamente susceptible. Las parcelas fueron 4 surcos, 6 metros de largo.

* Evaluados por dos años en Texcoco.

Tabla 3. Reacción de líneas seleccionadas de fríjol al patógeno de la mancha angular en condiciones de campo en Santander de Quilichao, Colombia.

Línea de Fríjol	Reacción en follaje/reacción en vainas[1]		
	1985	1986 A	1986 B
AFR 139	4/3	3/4	4/2
AFR 188	4/2	4/3	4/2
AND 339	6/2	4/3	5/2
AND 373	6/2	2/4	4/3
AND 361	5/2	5/4	5/2
BAT 790	5/4	4/2	4/2
BAT 964	5/4	4/3	4/2
BAT 1276	4/5	4/4	4/2
XAN 42	4/5	4/3	4/2
XAN 122	5/4	4/4	4/1
XAN 195	4/2	4/4	3/2
PVAD 605	4/1	4/2	4/2
ZAA 68	4/4	4/3	4/2
G 8152	5/4	4/1	4/4
Kidney Mottled	3/2	3/2	3/2
RAB 206 (Testigo susceptible)	7/6	7/6	7/5

[1] Reacción con base en una escala de 1 a 9 donde: 1, 2 y 3 se consideran resistentes; 4, 5 y 6 intermedios; 7, 8 y 9 susceptibles.

Tabla 4. Reacción de 13 variedades diferenciales de fríjol a aislamientos de Colletotrichum lindemuthianum provenientes de Africa.

Variedad	Reacción [1]					
	KEN CL-1	TAN CL-3	ZAI CL-5	ZAI CL-2	BUR CL-4	KEN CL-6
Michelite	1.1	1.7	2.8	5.4	9.0	9.0
M.D.R.K	9.0	9.0	9.0	1.7	1.6	9.0
Perry Marrow	1.5	1.0	2.8	4.7	6.5	2.4
Cornell 49242	1.1	1.0	1.1	1.6	1.5	1.3
Widusa	1.0	1.0	1.7	1.0	1.0	1.0
Kaboon	1.0	1.0	1.1	1.7	1.7	1.0
Sanilac	1.0	1.0	2.2	8.0	9.0	1.0
To	1.0	1.0	1.0	6.2	7.6	1.0
Tu	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
P.I. 207262	1.0	1.0	1.0	7.7	8.0	1.0
AB 136	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0
A 475	3.1	3.0	5.9	1.0/9.0 [2]	1.0/9.0 [2]	3.1
G 2328	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Grupo	Beta	Beta	Beta	Brazil I	Brazil I	Mx II

[1] Escalas de evaluación : 1-9 donde 1= sin presencia de síntomas y 9 = altamente susceptible. Promedio de 10 plantas por tratamiento.

[2] Algunas plantas fueron inmunes y otras altamente susceptibles.

Tabla 5. Reacción de líneas y variedades de Fríjol seleccionadas y utilizadas para el mejoramiento por resistencia a la antracnosis en Africa a aislamientos de Colletotrichum lindemuthianum provenientes de Africa.

	Reacción [1]					
Variedad	KEN CL-1	TAN CL-3	ZAI CL-5	ZAI CL-2	BUR CL-4	KEN CL-6
Calima	6.7	9.0	7.4	1.1	1.0	9.0
BAT 1386	1.0	1.0	1.4	2.8	3.0	1.0
A 484	3.4	3.4	7.5	1.2	1.0	5.5
A 475	2.5	3.7	4.4	9.0	9.0	3.6
A 240	1.0	1.0	1.0	9.0	9.0	1.3
A 483	3.0	6.1	8.0	1.0	1.0	4.8
A 30	1.0	1.0	1.0	9.0	8.8	1.0
A 252	1.0	1.0	1.0	4.5	4.8	1.0
PVMX 1535	1.0	1.0	1.0	9.0	9.0	1.0
G 2333	1.0	1.0	1.0	1.8	1.0	1.0
Rubona 5	8.6	9.0	7.2	7.3	8.7	8.8
Mutiki 2	8.0	8.3	6.3	1.0	1.0	9.0
Tostado	9.0	9.0	6.4	6.8	5.2	9.0
Kibungo 2	9.0	9.0	9.0	1.8	1.0	9.0
Karama	9.0	9.0	9.0	8.8	8.8	9.0
Habyalimana	1.0	1.0	1.0	1.9	1.6	1.5
Carolina	1.0	1.0	1.0	8.0	1.0/9.0	1.1
Cyunyu	1.0	1.2	1.0	1.9	1.1	1.1
Urinyumba 3	4.8	8.8	7.6	1.2	1.0	3.4
Gisengi 6	6.1	7.3	7.5	3.2	3.9	5.3
Urobonobono	1.3	1.0	1.0	7.7	9.0	1.6
C 10	1.1	1.0	1.0	2.2	3.6	1.5

[1] Escala de evaluación: 1-9, donde: 1 = sin presencia de síntomas y 9 = altamente susceptible. Promedio de 10 plantas por tratamiento.

Tabla 6. Reacción de variedades diferenciales de fríjol a aislamientos de Colletotrichum lindemuthianum de las regiones frijoleras del Centro y Norte de Costa Rica y a la raza kappa de Europa.

Variedades diferenciales de Fríjol	Reacción[1]						
	ALA[2]	GRE	QUE	CAN	ESP	LIB	KAPPA
Michelite	9.0	9.0	9.0	9.0	8.6	9.0	9.0
MDRK	1.0	1.6	9.0	1.5	1.0	1.0	9.0
Perry Marrow	8.4	8.0	9.0	1.8	1.2	1.0	8.0
Cornell 49242	9.0	9.0	5.4	7.8	9.0	9.0	4.5
Kaboon	1.0	1.0	3.1	1.0	1.0	1.0	1.0
Sanilac	9.0	9.0	9.0	1.0	3.3	1.2	9.0
To	3.0	1.4	1.0	1.2	8.0	2.2	1.0
Tu	2.7	3.9	1.2	1.0	8.0	9.0	1.0
PI 207262	9.0	9.0	1.0	8.3	9.0	1.0	1.0
AB 136	1.1	1.0	1.0	4.2	9.0	5.1	1.2
A 475	2.0	-	2.8	-	1.7	-	-
G 2338	1.0	-	1.0	-	2.3	-	-

[1] Escala de evaluación: 1-9, donde: 1= sin presencia de síntomas y 9 = altamente susceptible. Promedio de 10 plantas por tratamiento.

Orígen del aislamiento : Región Central:ALA = Alajuela; GRE = Grecia QUE = Quepos; Northern Region : CAN = Cañas; ESP = Esparza; LIB = Liberia.

Tabla 7. Reacción de fuentes seleccionadas de resistencia a la antracnosis a un aislamiento de Colletotrichum lindemuthianum del Norte (ESP) y dos aislamientos (Que y Ala) de la Región Central de Costa Rica.

Variedad	Reacción [1]		
	ESP	QUE	ALA
G 811	1.8	2.7	1.0
G 984	1.0	1.0	1.0
G 2333	1.2	1.0	1.0
G 2338	2.3	1.0	1.0
G 2641	1.1	1.1	1.4
G 5971	4.6	1.0	1.0
G 6436	2.8	1.0	1.0
G 7148	1.0	3.0	1.0
G 8050	1.0	1.0	1.0
K 2	1.0	1.4	1.0
Princor	1.0	1.0	1.0
Catu	1.1	1.3	1.0
A 293	1.0	4.3	1.0
A 336	1.0	1.7	1.0
A 463	1.0	4.0	1.7
A 483	1.0	6.1	1.2
BAT 1428	1.0	3.8	1.0
EMP 90	6.0	1.0	1.1
Brunca *	7.5	1.4	1.0
Talamanca *	8.5	4.6	3.2

[1] Escala de evaluación: 1-9, donde: 1, 2 y 3 se consideran resistentes; 4, 5 y 6 intermedia; 7, 8 y 9 susceptible. Promedio de 10 plantas por tratamiento.

* *Variedad comercial.

Tabla 8. Reacción de tres variedades de fríjol a tres aislamientos de Colletotrichum lindemuthianum en mezclas y en forma individual.

	Variedad de Fríjol		
Aislamiento	Calima	Cornell 49242	BAT 841
10-76 (A1)	8.8[1]	1.0	1.4
Guacas (A2)	1.0	9.0	1.0
Tep. 4 (A4)	1.6	1.0	8.4
A1 + A2	9.0	9.0	1.1
A1 + A4	9.0	1.2	3.5
A2 + A4	1.5	9.0	3.3
A1 + A2 + A4	9.0	9.0	3.4

[1] Reacción basada en una escala de 1-9 donde 1 es sin síntomas visibles de enfermedad y 9 es altamente susceptible.

Promedio de 30 plantas evaluadas en tres replicaciones. Se utilizó un inóculo de 1.2×10^6 esporas/ml. Para los primeros tres tratamientos, 0.6×10^6 esporas/ml. para los tres siguientes, y 0.4×10^6 esporas/ml. para el último tratamiento.

Tabla 9. Rendimiento, área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC), y peso de 100 semillas de la línea de fríjol ExRico 23 protegida en condiciones de campo con un aislamiento del hongo de la roya no patogénico e inoculado posteriormente con un aislamiento patogénico.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	AUDPC	Peso de 100 semillas (g)
P 3 C	2956.7 A	36.67 A	17.52 A
P 6	2755.0 A	32.67 A	17.04 A B
N	2431.7 A B	54.08 A	16.73 A B
P 3	2380.0 A B	25.00 A	17.39 A B
P 6 C	2261.7 A B	51.92 A	16.73 A B
C 6	1650.0 B	346.67 B	16.40 B

[1] Tratamientos: P3C = se inoculó primero con un P aislamiento no patogénico y tres días después con el aislamiento patogénico C; P 6 = se inoculó sólo con P, cada seis días; N = Natural, no inoculado con P ni C; P 3 = se inoculó sólo con P, cada tres días; P 6 C = se inoculó primero con P y seis días después con C; C 6 = se inoculó sólo con C cada seis días.

Figura 1. Segregación de plantas F_2 de cruces entre BAT 1386 resistente) y cuatro cultivares Africanos susceptibles, inoculados con el aislamiento 3 que pertenece al grupo beta de Colletotrichum lindemuthianum. Si las plantas a la izquierda de la discontinuidad en la distribución se toman como resistentes (puntaje de 4 o menos), entonces la segregació total fué 112 plantas resistentes: 38 plantas susceptibles, lo cual es igual a la segregación esperada cuando un gen único dominante controla la resistencia (relación 3:1).

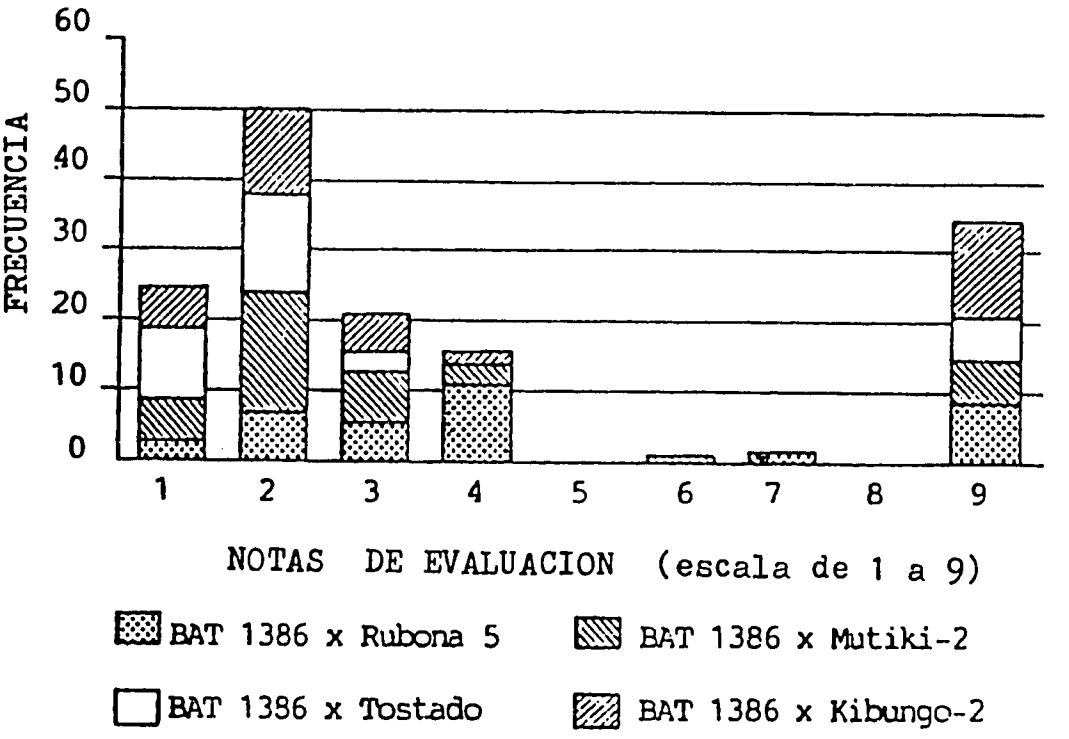


Figura 2. Segregación de plantas F_2 inoculadas con el aislamiento 4 de Colletotrichum lindemuthianum del grupo Brasil' I utilizando como fuentes de resistencia A 484 y A 483. Si se toma la discontinuidad en un puntaje de 4 para definir resistencia, la segregación es 64 plantas resistentes: 15 susceptibles, lo que es comparable con una relación esperada de 60: 19 cuando la resistencia es controlada por un gen único dominante.

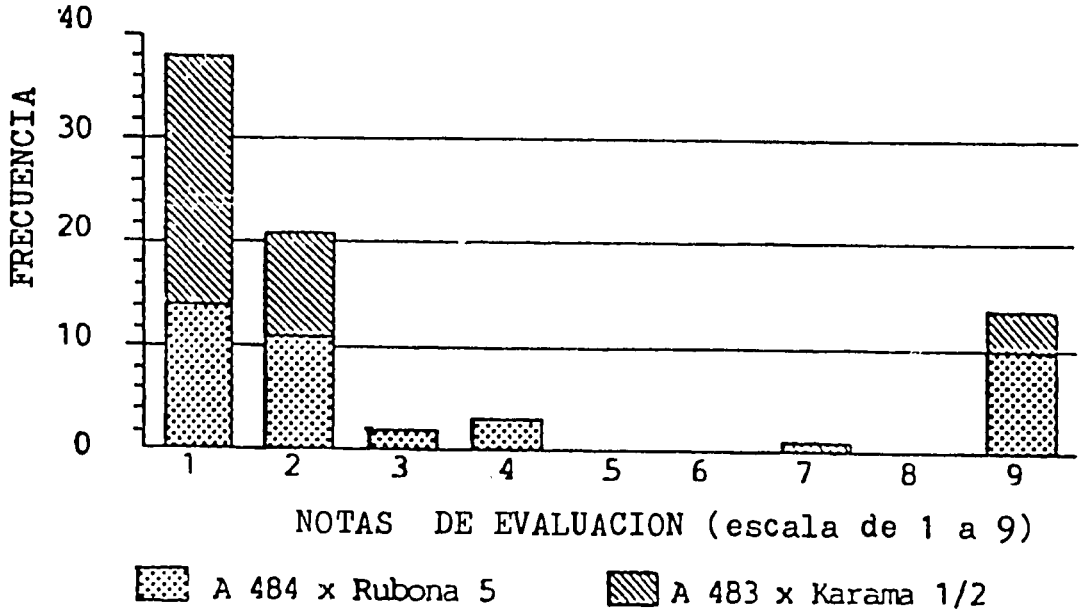


Figura 3. Segregación de plantas F_2 en cruces con el cultivar africano resistente Cyunyu, inoculado con el aislamiento 4 del grupo Brasil I de Collectotrichum lindemuthianum.

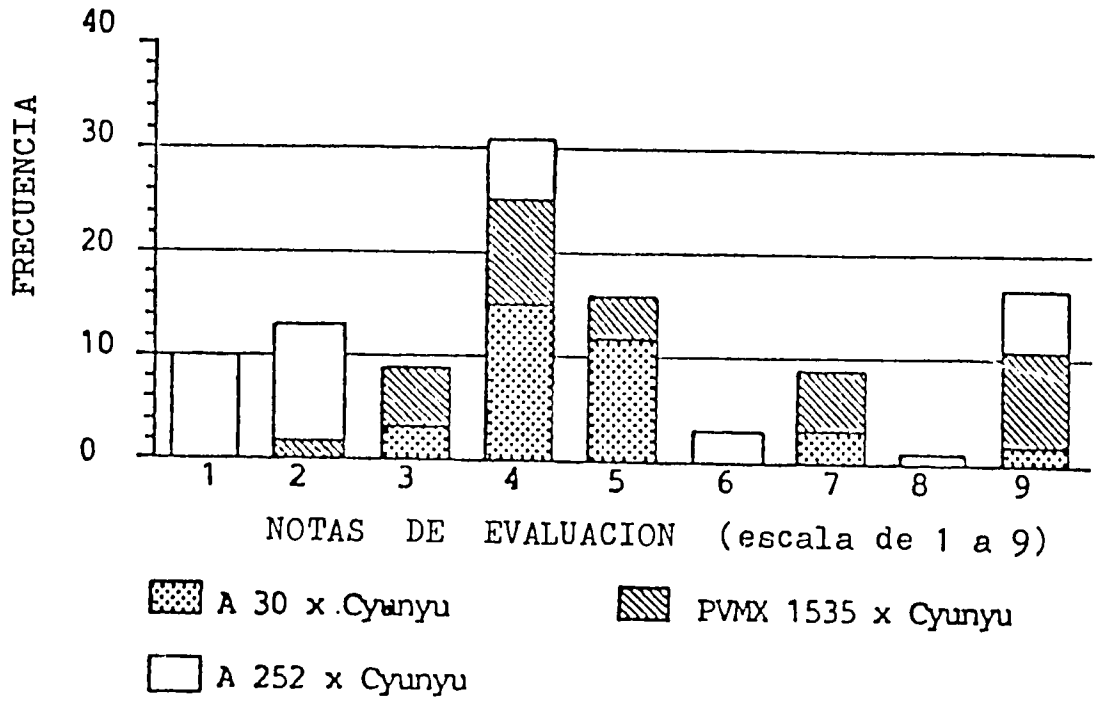
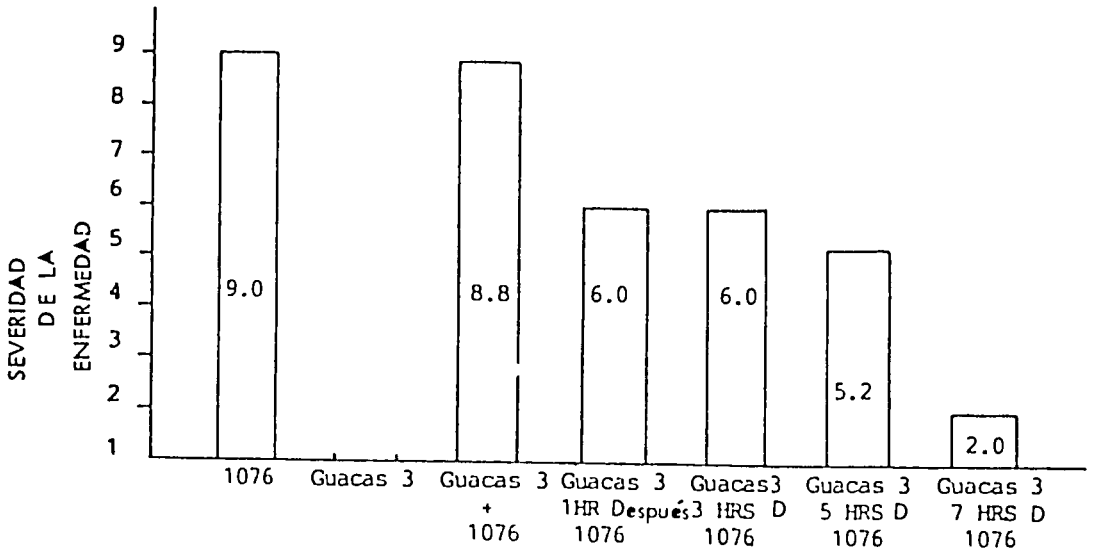


Figura 4. Resistencia inducida en la variedad de frijol Calima inoculada primero con el aislamiento no patogénico de Collectotrichum lindemuthianum Guacas 3 y posteriormente con el aislamiento patogénico 10-76.



Aislamiento de Colletotrichum lindemuthianum utilizado

Figura 5. Resistencia inducida en la línea de frijol Cornell 49242 asperjada primero con extracto de la planta de la variedad de frijol Calima y luego con el aislamiento de Colletotrichum lindemuthianum Guacas 3. Cornell es susceptible a Guacas 3; Calima es resistente.

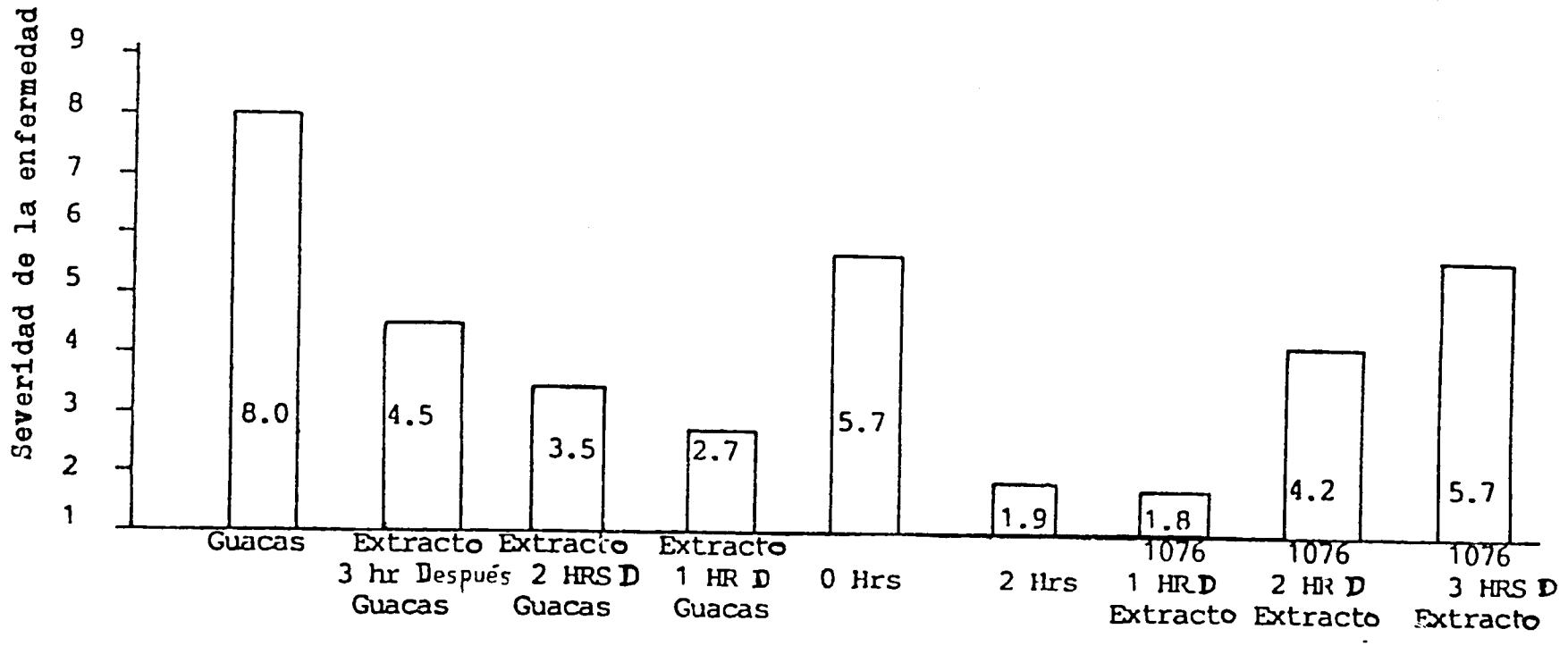


Figura 6. Frecuencia de razas del patógeno de añublo de halo en muestras recolectadas en Africa.

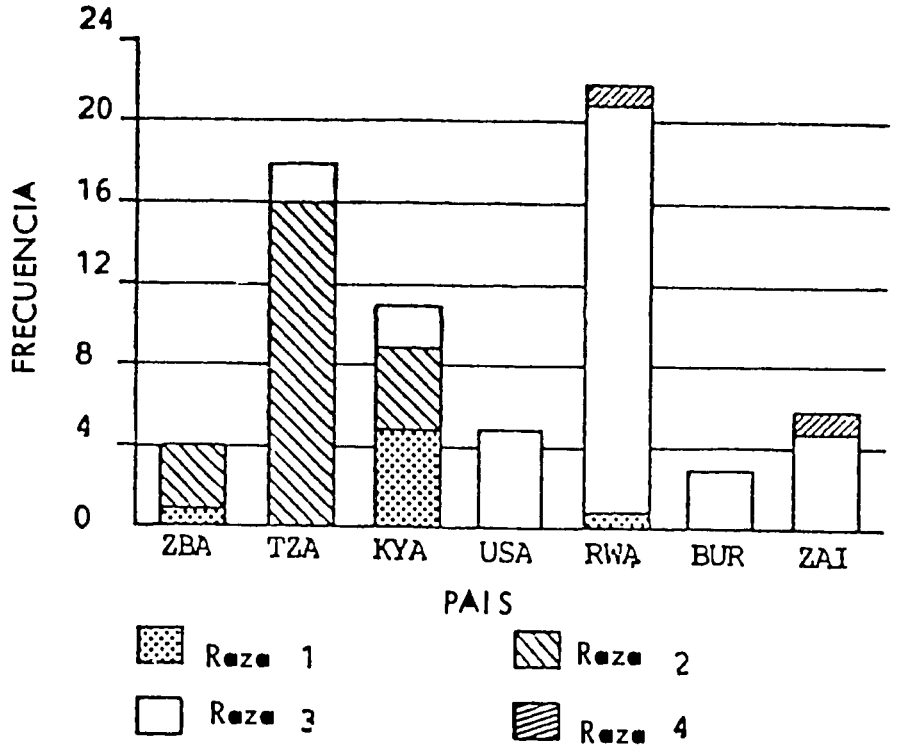
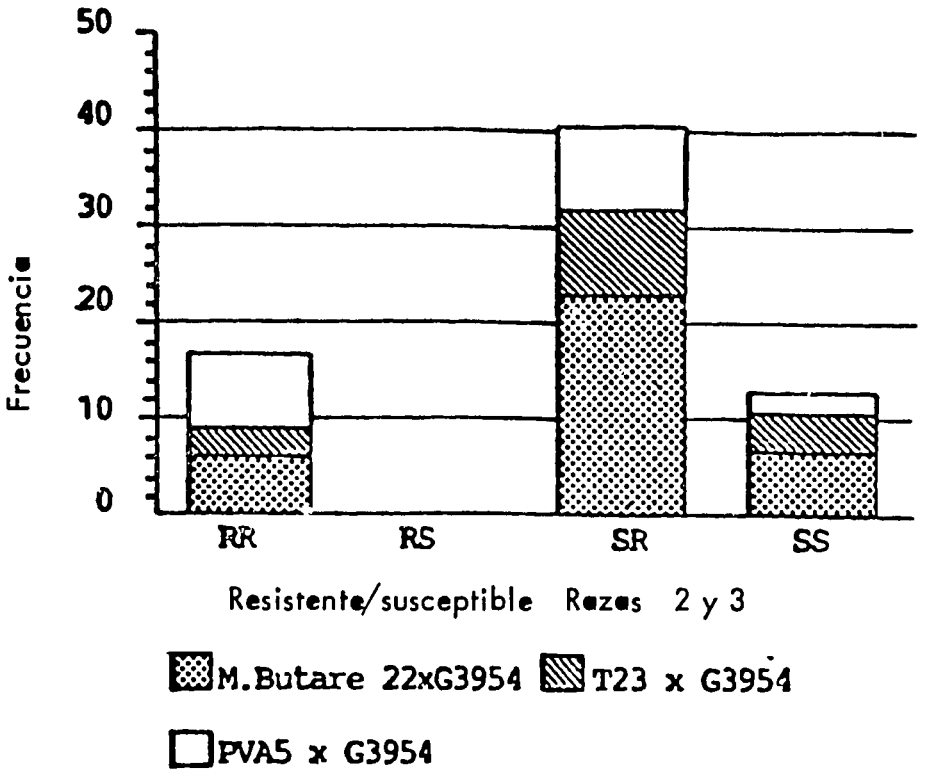


Figura 7. Segregación de la F_2 inoculadas con razas 2 y 3 del patógeno de añublo de halo.



2. Resistencia a enfermedades causadas por virus

En el pasado, la investigación en virus de frijol se concentró principalmente en el virus del mosaico común del frijol (BCMV). Este año el énfasis de la investigación se orientó al virus del mosaico dorado del frijol en tanto que la investigación sobre el BCMV se concentró en el incorporación de la resistencia a la raiz negra en el germoplasma Africano y al retrocruzamiento del gen I en las variedades de América Latina.

VIRUS DEL MOSAICO COMUN DEL FRIJOL

El despliegue de gen de necrosis dominante permanece como una estrategia válida para el control de la incidencia y la distribución a través de la semilla del virus del mosaico común (BCMV) en América Latina. En 1986, la sección de Virologia de Frijol realizó el tamizado de cerca de 9.300 líneas generadas principalmente por las tres secciones de mejoramiento del Programa. Al igual que en años pasados se evaluaron materiales seleccionados (500 líneas) enviados a CIAT por los Programas Nacionales Argentina, Chile, Méjico y Perú. También se intensificó el tamizado del germoplasma de frijol mejorado por resistencia a raiz negra dado que esto se requiere para todo el germoplasma desarrollado para Africa Oriental.

Vivero Internacional de raíz negra/mosaico común de frijol

La susceptibilidad de la mayoría del germoplasma resistente al mosaico común a la necrosis sistémica (raíz negra), inducida por las razas del virus del mosaico común del frijol que producen necrosis, es de especial importancia debido a la incidencia de la distribución de estas razas en Africa Oriental. Consecuentemente, se formó un vivero Internacional el cual incluye un rango lo más amplio posible de fuentes de resistencia, incluyendo todos los genes conocidos para controlar la resistencia específica a la raza en el hospedante. Este vivero además de poner a disposición una apreciable colección de fuentes de resistencia para la colaboración con los programas de mejoramiento, nos permitirá obtener información posterior sobre la distribución de las razas del BCMV en el campo y las relaciones entre las evaluaciones de campo y de invernadero.

Muchas de las líneas incluídas en el vivero se seleccionaron originalmente por su resistencia aparente a raíz negra en Africa. Estas entradas se tamizaron en CIAT con razas de BCMV necróticas (NL3 y NL5) y de mosaico (NL4 y NY-15). Las líneas con tipos de resistencia contranstante se presentan en la tabla 1. Se seleccionó originalmente ZPV 292 en Zambia por su resistencia semejante a Sanilac indica que NL3, NL5 o NY15 no son las razas predominantes del BCMV en el área de Zambia donde se seleccionó. Dos líneas de Turquía (llamadas comunmente Horoz Fasulyi; accesiones números G 13077 y G 13089) poseen aparentemente genes de resistencia semejante a aquellos presentes en Great Northern 31 (susceptible sólo a NL4). Estas líneas podrían ser fuentes apreciables del gene bc-2, el cual cuando se combina con el gen I dominante, confiere resistencia a todas las razas del BCMV. Un número de líneas inoculadas presentó sólo necrosis restringida en las venas (resistencia) a NL5, aunque, la planta murió (raíz negra) con NL3. Se conoce que muchas de estas líneas se desempeñan bien en Ruanda (p.e. A 240, A 411, BAN 6, XAN 76, ZAV 83009), lo que indica que la resistencia a NL3 puede ser suficiente en algunas áreas, aunque esta reacción inesperada aún permanece en investigación. La situacion contraria, la resistencia a NL3 aunque la planta muere con NL5, se presenta en cultivares como Red Kloud (G 76), Redkote (G 4807) y A 195, y también parece presentar resistencia de campo en Ruanda. Se encontró necrosis restringida a las venas (resistencia) tanto a NL3 como NL5, en A 197, A 484, BAT 841 y BAT 1426, todas conocidas por ser resistentes a la raíz negra en Africa. La combinación del gen dominante I más el $bc\text{-}2^2$, que contiene resistencia a todas las razas del BCMV, se encuentra en las líneas de CIAT MCM 1002, PAC 13, PAN 145 y BLM 74.

Una estrategia alternativa para la resistencia a todas las razas conocidas del BCMV es el gen único recesivo bc-3. Este gen es muy fácil de incorporar mediante retrocruzamiento, y presenta enlaces no desfavorables con el color de semilla, al contrario del gen dominante I, el cual siempre ha presentado dificultad para combinarse con los colores claros como el rojo y el amarillo. Un gran número de líneas están disponibles ahora con este gen.

Incorporación de la resistencia a la raíz negra mediante retrocruzamiento:

Se siguieron tres importantes estrategias para la incorporación de la resistencia a la raíz negra en los principales cultivares Africanos. Estas son: el gen dominante I más bc-2^2 (posiblemente la combinación ideal, por el problema de enlace con el color de la semilla); el gen dominante I mas bc-1^2 (una relativa combinación de genes comunes encontrada probablemente en los cultivares arbustivos de semilla grande como Red Kloud, y por lo tanto, fáciles para trabajar con ellos a corto plazo); el gen recesivo I más bc-3 (sin problemas de enlaces en el color, fácil de seleccionar y tal vez deseable especialmente para los volubles de regiones montañosas).

Con la utilización de cultivares tanto originados como seleccionados en Africa, se realizaron 133 cruces con fuentes de resistencia a la raíz negra y se tamizaron en la generación F_2 en el invernadero con una mezcla de las razas NL3 y NL4. En total, se tamizaron 2.973 plantas, y de éstas se seleccionaron 148 (5%) por necrosis local de venas (gen dominante I más del recesivo bc), y se seleccionaron 198 (7%) por ausencia de síntomas (gen bc-3). Las plantas seleccionadas se trasplantaron a una casa tamiz, y se retrocruzaron con los padres Africanos. Los mismos cruces se enviaron a Ruanda, y se seleccionaron por resistencia al mosaico y raíz negra en condiciones de campo, para las comparaciones eventuales con las selecciones de invernadero.

Un fenómeno observado en las selecciones fué el bajo desarrollo de raíz negra, particularmente en los cruces con Red Kloud y Redkote (probablemente, por los genes dominate I mas bc-1^2). Puesto que esta combinación de genes no suministra una resistencia total a la raíz negra, posiblemente otros genes controlan la tasa de desarrollo de los síntomas sistémicos los cuáles siempre aparecen después de la floración. Los cruces con las fuentes de gen bc-3 produjeron un número notoriamente mayor al esperado de plantas resistentes, debido posiblemente a la existencia de plantas susceptibles, carentes de síntomas. De otro modo, el manejo de estos cruces es claro, y este gen estará disponible en corto tiempo en un amplio rango del germoplasma Africano.

Mientras que el mejoramiento por resistencia a raíz negra para Africa Oriental está en los estados preliminares de su desarrollo, el proyecto Chileno de raíz negra, con cinco años de establecimiento, produjo resultados tangibles este año en la forma de líneas avanzadas que poseen tanto la resistencia múltiple (Ibc2^2) y la recesiva (bc3) a las razas de BCMV que inducen necrosis. El desarrollo de estas líneas es altamente significativo. Hoy representa uno de los primeros esfuerzos para descentalizar de las instalaciones de CIAT el trabajo de mejoramiento y selección (estas líneas se seleccionaron y avanzaron en Chile a partir de cruces de semillas F_1 y F_2 realizados en CIAT). En forma secundaria, constituye un ejemplo de cómo la investigación genética básica conducida en una institución de investigación avanzada, el Instituto para el Mejoramiento de Plantas Horticolas (IVT, Wageningen, Paises Bajos), se implementó en CIAT para mejorar

germoplasma en un país colaborador (las líneas IVT 7214 con genes bc3 y 7233 con Ibc2^2 fueron los materiales parentales que se cruzaron con las variedades de frijol chileno susceptibles al BCMV). Estas líneas avanzadas, seleccionadas por la Sociedad Nacional de Agricultura, son la evidencia de un proyecto útil diseñado para incorporar resistencia a raíz negra en los genotipos comerciales de frijol, a pesar de las limitaciones de tiempo impuestas por la única estación anual de siembra de frijol en Chile.

VIRUS DEL MOSAICO DORADO DE FRIJOL

El cambio en la principal responsabilidad de investigación del virus del mosaico común del frijol al virus del mosaico dorado del frijol (BGMV), tuvo lugar este año con interesantes resultados hasta ahora.

Como se reportó el año anterior, un análisis de pedigrí de todas las líneas mejoradas por resistencia al BGMV, hasta la fecha, demostró que cerca del 95% de estas líneas se originaron de cruces que involucraron principalmente dos genotipos de semilla negra: "Porrillo" y "Turrialba 1". Consecuentemente, el año pasado se inició una investigación sobre los nuevos genotipos parentales para ensanchar la base genética a la resistencia al BGMV. Un total de 765 accesiones de germoplasma, las cuáles incluyeron genotipos Pinto, Red Kidney, Great Northern, Red Mejican y otros promisorios, se evaluaron en dos localidades, Monjas, Guatemala y los Mochis, Méjico, con la cooperación del Proyecto Centroamericano de Frijol y los respectivos programas nacionales de ICTA y INIFAP.

No fué posible una comparación directa de estas entradas en ambas localidades debido a las condiciones del tiempo frío en Guatemala, las cuáles disminuyeron la incidencia del virus. La incidencia y la severidad del BGMV en Méjico, por el contrario, fueron muy altas. A pesar de estas condiciones adversas, en Méjico se seleccionaron 60 de las 745 entradas por tolerancia al virus (tabla 2), y en total, se seleccionaron 108 entradas en ambas localidades en Guatemala y Méjico. En general, los genotipos pinto confirmaron su rusticidad y su tolerancia a virus (formación aceptable de vainas) a pesar de la falta de adaptación y la presencia de síntomas típicos de mosaico dorado en ambas localidades. De otro lado, las entradas Red Kidney mostraron una mejor adaptación y mantuvieron sus características de hábito erecto cuando se infectaron con BGMV. Las líneas Great Northern se evaluaron solamente en Guatemala y debido a su origen templado, se adaptaron muy poco. Las restantes entradas, seleccionadas entre el germoplasma exótico y las líneas resistentes a otras virosis semejantes del frijol, no incluyeron genotipos inmunes o altamente resistentes, pero muchos presentaron niveles aceptables de tolerancia al BGMV. Se está realizando una segunda evaluación de estos materiales seleccionados y 895 nuevas entradas en las mismas localidades. Las mejores selecciones serán evaluadas el próximo año en Brasil y Argentina.

En el nivel de investigación aplicado, se colocó también énfasis en la colección de aislamientos de BGMV transmisibles mecánicamente

para un tamizado artificial y estudios sobre la patogenicidad. Hasta la fecha, tres aislados del BGMV de Colombia, Guatemala y Méjico se aislaron por medios mecánicos en estos países. A pesar de los repetidos intentos fueron inútiles esfuerzos similares para recuperar aislados de Argentina y Brasil (un proyecto colaborativo CRSP con el CNPAF y la Universidad de Wisconsin). Si se considera la metodología de inoculación similar seguida en todos los casos, las diferentes propiedades de transmisión constituyen una notable diferencia entre los aislados del BGMV de América Central y América del Sur.

Se utilizó un aislamiento del CIAT transmisible mecánicamente para tamizar artificialmente el germoplasma del frijol con reacción de campo conocida. Y la tabla 3 presenta los resultados de la evaluación comparativa de campo (En Guatemala) o invernadero de 25 variedades y líneas mejoradas. Como pudo observarse, las evaluaciones natural y artificial produjeron en forma sorpresiva resultados similares de rendimiento. Por ejemplo, los resultados de la prueba de inoculación artificial de las líneas experimentales A 429 y DOR 303, confirmaron su alto nivel de tolerancia de campo. A 429 produjo un rendimiento notable a pesar de la infección de BGMV y DOR 303 tendió a escaparse de la infección. Como se observó en el campo, las plantas de DOR 303 las cuáles se infectaron, presentaron síntomas severos. En relación con estas dos líneas, es interesante anotar que ninguno de sus progenitores (Cacahuate 72, Garrapato, G 2115, Moeda, Red kloud o Porrillo sintético) presentaron un mayor nivel de resistencia A 429 o DOR 303 (Tabla 3) lo que indica una existencia de una segregación transgresiva. Las líneas Great Northern 31 y 164557 (blanco INIA) mostraron un alto nivel de tolerancia a las inoculaciones artificiales de BGMV, en condiciones de invernadero.

A pesar de estos mecanismos de resistencia, se estudiaron con mayor precisión los mecanismos de resistencia de lesiones locales reportados el año pasado para Red Mexican 35. Estas pruebas llevadas a cabo este año con genotipos de semilla roja confirmaron su capacidad para reaccionar en forma hipersensitiva y para resistir un nivel moderado de inóculo. Aunque este tipo de resistencia puede anularse en el campo, tenemos evidencia circunstancial que indican que Red Mexican 35 posee genes valiosos los cuáles podrían utilizarse en Programas de mejoramiento. Otro genotipo valioso encontrado en estos estudios fué Redlands Greenleaf-C, (tabla 3), una variedad la cual, a pesar de susceptibilidad al BGMV y a la expresión de síntomas típicos, no se retrasa en forma significativa en su desarrollo ni se afecta por distorsión de vainas, por lo tanto su rendimiento es aceptable. Este y otros genotipos similares, tales como algunas variedades Red Kidney, las cuáles mantienen sus características morfológicas a pesar de la infección sistémica del BGMV, podrían utilizarse para controlar la falta de desarrollo de la planta, uno de los principales síntomas de depresión de rendimiento inducidos por el BGMV.

Una de las observaciones más interesantes realizadas al tamizado artificial del germoplasma de frijol fué el efecto crítico de la edad de la plántula en la época de inoculación sobre la susceptibilidad de un genotipo al BGMV (tabla 4), esto fué evidente a veces dentro de un intervalo de horas. Este mecanismo de resistencia (escape a la

infección) ya se ha observado en condiciones de campo, aunque no se conoce si actúa en contra del insecto vector o el virus. Esta observación justifica las medidas de control integrado encaminadas a impedir la infección temprana de las plantas de fríjol en el campo.

Se pueden citar varias ventajas de la técnica de inoculación artificial. La evaluación no depende de condiciones ambientales o poblaciones de mosca blanca. El germoplasma de fríjol que no se ha adaptado al trópico se puede evaluar en invernadero sin mayores problemas de adaptación. También pueden evitarse los efectos de enmascaramiento de las condiciones climáticas adversas tales como sequía, enfermedades y plagas. Además, la reacción de los genotipos de fríjol evaluados es exclusivamente en contra del virus, lo que elimina entonces la necesidad de investigar la genética más compleja de la resistencia a insectos vectores. Finalmente, la reacción de los genotipos inoculados artificialmente es similar a aquella de un ataque moderado de moscas blancas portadoras del virus en condiciones de campo. Este nivel de inóculo es óptimo para un virus, tal como el BGMV, para el cual no se ha identificado germoplasma inmune hasta la fecha.

De otro lado, las evaluaciones de campo deben continuar para evaluar el nivel de resistencia de campo de los materiales mejorados y para detectar mecanismos posibles de resistencia a vectores. La técnica de tamizado artificial también demanda tiempo y necesita considerable espacio en el invernadero. Sinembargo, la inoculación se utilizó aquí por pirmera vez como una herramienta de mejoramiento, para seleccionar los mayores niveles de resistencia entre varias líneas previamente seleccionadas en el vivero de BGMV en Guatemala. Estas líneas reseleccionadas se incorporaron subsecuentemente al nuevo ciclo de cruces.

Investigación y confirmación de hospedantes alternos del BGMV

La identificación de especies de plantas hospedantes alternos para el BGMV es crítica en el entendimiento de las características endémicas y epidémicas de este virus. La falta de métodos de diagnóstico específicos para identificar el virus en las especies de plantas infectadas naturalmente, distintas al fríjol, ha obstaculizado muchos ensayos anteriores para obtener esta información. Consecuentemente, y aprovechando las ventajas de la metodología de la inoculación artificial implementada en CIAT, se inició la evaluación de 57 especies de plantas incriminadas como posibles hospendantes del BGMV. Hasta la fecha, Phaseolus lunatus, P. coccineus, P. acutifolius, Canavalia sp., Vigna radiata y Macroptilium lathyroides, se han mostrado como reservorios potenciales del BGMV en la naturaleza.

Aislamiento del BGMV y producción de antisueros específicos

La caracterización de los aislamientos del BGMV de América Latina es uno de nuestros esfuerzos importantes para determinar la existencia posible de variabilidad patogénica. A pesar de los avances significativos realizados en el pasado con el primer aislamiento

caracterizado del BGMV (de Puerto Rico) no se ha asegurado la producción de un antisuero específico de alta concentración en solución.

El trabajo de purificación preliminar realizado con el aislamiento del CIAT de BGMV dió como resultado preparaciones purificadas de concentración aceptable (figura 1). Estas preparaciones se inyectaron en conejos para producir un antisuero el cual puede utilizarse ahora para detectar el virus en plantas infectadas utilizando las pruebas regulares de inmunodifusión en agar. El antisuero se ha utilizado también para detectar al BGMV mediante técnicas de microscopía electrónica serológicamente específicas (SSEM). Sinembargo este tipo de antisuero policlonal no puede utilizarse para diferenciar el BGMV de las virosis semejantes de frijol relacionadas, tales como el moteado clorótico del frijol, debido a las reacciones serológicas estrechas poco frecuentes que existen entre estas virosis similares transmitidas por la mosca blanca Bemisia tabaci.

Estudios citológicos

Se está realizando un estudio comparativo citopatológico del BGMV para caracterizar los aislamientos geográficamente diferentes con el objeto de estudiar su comportamiento patogénico en genotipos susceptibles y tolerantes de frijol. Aunque esta investigación se inició recientemente, los efectos citopáticos del virus en las células infectadas del frijol ya se han observado (figura 2), lo que confirma la tendencia característica de BGMV para invadir el núcleo y desde aquí, inducir severos síntomas en las plantas infectadas.

VIRUS DEL MOTEADO CLOROTICO DEL FRIJOL

El virus del moteado clorótico del frijol (BCLMV) se reconoció en 1981 como un virus potencialmente importante del frijol. El BCLMV afecta en gran parte la producción de frijol en el Noroeste de Argentina, un importante productor de frijol para el mercado de América Latina, aunque la enfermedad se ha controlado efectivamente a través de la implementación de un acceso de control integrado que consiste en: (1) El uso de germoplasma tolerante cultivado ahora en más de 100.000 hectáreas, (2) La zonificación de los principales hospendantes de la mosca blanca (soya) y de campos de frijol en las áreas afectadas, y (3) el uso de niveles económicos de insecticidas aplicados para el control de los insectos vectores en los estados tempranos del desarrollo de la planta.

El BCLMV y el BGMV son transmitidos ambos por la misma especie de mosca blanca y sus cubiertas de proteína, y ácidos nucleicos están estrechamente relacionados. No se ha investigado si estas variantes paratogénicas pueden desarrollarse espontáneamente de cepas endémicas presentes en los hospedantes silvestres.

Tabla 1. Resistencia a BCM/Raíz Negra.

Identificación	NY-15	NL-4	NL-3	NL-5
A 82		0	N^{++}	N
A 195		0	N	N
A 197		0	N	N
A 240		0	N^{++}	N
A 252		0	N^{++}	N
A 292	0	0	N^{+}	N^{+}
A 344	0	0	N	N^{+}
A 411		0	N^{++}	N
A 484		0	N	N
A 490		0	N^{++}	N^{+}
ACV 26	0	0	N^{+}	N^{+}
AMANDA		0	N	N
BAN 6		0	N^{++}	N
BAN 9		0	N^{++}	N^{+}
BAT 841		0	N	N
BAT 1222		0	N^{++}	N
BAT 1297		0	N^{++}	N+
BAT 1373	0	M	M	M
BAT 1386	0	M	M	M
BAT 1387	0	M	M	M
BAT 1426		0	N	N
CARGABELLO	0	M	M	M
CR 8193		0	N^{++}	N
CR 8206		0	N^{++}	N
G 76		0	N	N^{++}
G 2303	0	M	M	M
G 4449		0	M	M
G 4807		0	N	N^{+}

Continúa

Tabla 1 (continuación)

Identificación	NY-15	NL-4	NL-3	NL-5
G 5173		0	N^{++}	N
G 6384		M	LA	LA
G 6719		0	N	N^{++}
G 8074		0	N^{++}	N^{+}
G 12685	0	M	M	M
G 13077		M	LA	LA
G 13089		M	LA	LA
G 13936		0	0	0
GN-164557		0	PPL	PPL
GN-31		M	LA	LA
IVT 7214		0	0	0
IVT 7233		0	PPL	PPL
IVT 80785		0	0	0
MCM 251-1		0	0	0
MCM 251-10		0	0	0
MCM 251-11		0	0	0
MCM 251-2		0	0	0
MCM 251-3		0	0	0
MCM 251-4		0	0	0
MCM 251-5		0	0	0
MCM 251-6		0	0	0
MCM 251-7		0	0	0
MCM 251-8		0	0	0
MCM 251-9		0	0	0
MCM 1002		0	PPL	PPL
MCR 251-5		0	0	0
MCR 251-6		0	0	0
MCR 251-8		0	V	0
MCR 251-9		0	0	0

Tabla 1 (Continuación)

Identificación	NY-15	NL-4	NL-3	NL-5
MCR 2201-1	0	0	0	0
MCR 2201-2	0	0	0	0
MCR 2201-4	0	0	0	0
MCR 2201-3	0	0	0	0
MCR 2501-15	0	0	0	0
PAD 2		0	N	N^{++}
PVA 668		0	M	M
PVA 721	0	M	M	M
PVA 782	0	M	M	M
RED MEXICAN 35		M	LA	LA
VCA 81018	0	0	0	0
VCB 81012		0	M	M
VRA 81067	0	0	N^{+}	N^{++}
XAN 58		0	N^{++}	N^{+}
XAN 76		0	N^{++}	N
XAN 156		0	N^{++}	N^{+}
ZAV 83009		0	N^{++}	N
ZAV 83012		0	N^{++}	N
ZAV 83013		0	N^{++}	N
ZAV 83059		0	N^{++}	N
ZPV 292		0	M	M

Registros de evaluación:

Resistentes:	N	=	Necrosis de venas, restringida a las hojas primordiales.
	0	=	Ausencia de necrosis o mosaico.
	LA	=	Lesiones restringidas de manchas en anillo sólo en las hojas primordiales.
	PPL	=	Lesiones de puntos salpicados sobre las hojas primordiales.
Intermedias:	N^{+}	=	Necrosis sistémica, desarrollo tardío.
Susceptibles:	N^{++}	=	Necrosis sistémica, la planta muere.
	M	=	Mosaico
	V	=	Variable

Tabla 2. Número de accesiones de germoplasma de fríjol seleccionadas bajo una incidencia natural de virus de mosaico dorado del fríjol. Clasificados según el tipo de grano y el sitio de evaluación.

Tipo de Grano	No. de accesiones (Seleccionadas/total)	
	Guatemala	Méjico
Pinto	47/347	24/347
Red Kidney		
- brillante	26/52	8/52
- oscuro	43/76	8/76
Great Northern	20/20	-
Resistente a geminivirus	13/66	12/66
Germoplasma exótico	29/204	20/204

Tabla 3. Reacción de variedades de fríjol seleccionadas al virus del mosaico dorado inoculado mecánicamente y por medio del vector de la mosca blanca en Guatemala.

Genotipo de Fríjol	Inoculación	
	Vector Mosca blanca	Mecánica
A 429	M[a] L[b], SL, AL	ML, SL, AL
Cacahuate 72	MH, SL, AI*	MH, SL, AI
DOR 303	V (0;MH, SH, AH)	V (0; MH, SI, AH)
Garrapato	ML, SI, AI	ML, SI, AH
G 2115	-----	MH, SI, AH
ICA-Pijao	MI, SL, AI	MI, SL, AI
ICTA-Jutiapan	MI, SL, AI	MI, SL, AI
ICTA-Quetzal	MI, SL, AI	MI, SL, AI
ICTA-Tamazulapa	MI, SL, AI	MI, SL, AI
Moeda	----	MH, SI, AH
Negro Huasteco	MI, SL, AI	MI, SL, AI
Porrillo 70	MI, SL, AI	MI, SL, AI
Porrillo Sintetico	MI, SL, AI	MI, SL, AI
Red Kloud	MI, SL, AH	MH, SL, AH
Turrialba 1	MI, SL, AI	MI, SL, AI
Alubia	MH, SH, AH	MH, SH, AH
Blanco INIA	ML, SI, AI	V (0, MI, SI, AI)
Michigan Dark Red Kid	MH, SI, AI	MH, SL, AI
Mochis 440	MI, SI, AI	MI, SI, AI
NW 59	MI, SI, AH	V (0; MH, SI, AH)
NW 63	MI, SI, AH	V (0; MH, SI, AH)
NW 395	MI, SI, AH	V (0; MI, SL, AI)
Pompadour Checa	MH, SH, AI	MH, SI, AL
Rabia de Gato	MH, SI, AI	MH, SI, AI
Royal Red	MH, SI, AI	MH, SL, AI
Redlands Greenleaf C	MH, SIL, AI	MH, SL, AL
Puregold Wax	MH, SI, AH	MH, SI, AH
Imuna	MH, SH, AH	MH, SI, AH

[a] Primera letra: 0 = sin síntomas, M = mosaico, S = encrespamiento, A = aborto floral, V = reacción variable (combinaciones de 0, y M, S y A).

[b] Segunda letra: Grado de expresión del síntoma : L = bajo, I = intermedio, H = alto.

Tabla 4. Efecto de la edad de la planta en la susceptibilidad de la variedad de fríjol Porrillo Sintético al virus del mosaico dorado por inoculación artificial.

Edad de la plántula	Infección de BGMV	
	Ensayo 1	Ensayo 2
Días	%	
7[a]	100[b]	100
8	80	100
9	50	90
10	20	60
11	0	50
12	0	0
13	0	0

[a] Días a partir de la siembra

[b] 10 plantas inoculadas mecánicamente/fecha de siembra

Figura 1. Microfotografía electrónica de partículas de geminivirus aisladas de plantas de fríjol afectadas por mosaico dorado en tinción negativa. Amplificación: X 250.000.

Figura 2. Corte ultradelgado de una hoja de frijol afectada por mosaico dorado que muestra los agregados de partículas de geminivirus y las inclusiones en forma de anillo (flecha) en el núcleo de la célula. Amplificación : X 7.500. En la parte inferior izquierda se muestran unos agregados de partículas de virus (v) y anillos fibrilares.

3. Resistencia a plagas invertebradas

Se continuó en 1986 el énfasis en el mejoramiento por resistencia a saltahojas, brúquidos y picudo de la vaina. Se colocó un énfasis especial en el estudio de los mecanismos de resistencia a los saltahojas y brúqidos y en la reorganización de la red para evaluar la resistencia a Apion godmani en América Central. También se iniciaron los estudios sobre la biología, ecología y posibles preferencias varietales de la mosca blanca.

EMPOASCA KRAEMERI

Mecanismos de resistencia

Con base en los resultados anteriores (Informe Anual de CIAT, 1985), se realizaron estudios detallados sobre no-preferencia como un mecanismo de resistencia al saltahojas en cuatro líneas seleccionadas de fríjol. En condiciones de campo y con infestaciones naturales de saltahojas, la línea EMP 124 identificada previamente como no preferida por el Empoasca kraemeri, presentó en forma consistente y significativa menores conteos de huevos, ninfas y adultos (tabla 1), en menor extensión, se confirmaron efectos antixenóticos para EMP 89 y EMP 135. El efecto de no preferencia, evaluado según el número de adultos presentes por planta, también se detectó en diferentes edades de la planta y entre diferentes fechas de siembra. Estos resultados se han confirmado en condiciones de campo en pruebas de libre selección y no selección.

Se iniciaron estudios sobre la tolerancia, el principal mecanismo de resistencia a Empoasca. Los valores del rendimiento en condiciones de protección total y no protección se convirtieron en los parámetros de selección más importantes. Sinembargo, el sistema presenta algunas desventajas.

La selección por rendimiento sin protección bajo una muy alta presión de insectos no es totalmente satisfactoria puesto que la resistencia en algunas líneas mejoradas se rompe. Además, las diferencias extremas obtenidas en el rendimiento cuando se comparan los materiales con y sin protección de insecticidas no permiten siempre una clara comparación entre líneas. Esto es particularmente cierto cuando se relaciona con grupos más difíciles tales como los de semilla larga, o frijoles determinados.

Se estudió la respuesta del saltahojas a la dosis del insecticida sistémico (monocrotofos) en condiciones de campo, en un esfuerzo para obtener un gradiente de infestación, el cual podría en cierto modo, representar diferentes niveles de presión de selección. Los resultados de las dos estaciones parecen indicar que es posible establecer un gradiente de infestación mediante la utilización de dosis cada vez mayores del químico (figura 1). Esto en cambio nos permitiría estudiar materiales mejorados en diferentes niveles de infestación y obtener una respuesta de rendimiento-dosis para cada una de las líneas mejoradas en estudio. Teóricamente, las líneas con pendiente pronunciada serían más susceptibles que los materiales

verdaderamente tolerantes para los cuáles la respuesta al incremento a mayores niveles de infestación no sería tan obvia. Los resultados iniciales tendieron a soportar esta hipótesis (figura 2). Las líneas EMP 84 y EMP 135 se compararon favorablemente con el testigo tolerante, ICA Pijao, en tanto que EMP 149 se comportó de manera semejante a BAT 41, el testigo susceptible. El sistema será mejorado en 1987 y podrá eventualmente convertirse en una herramienta importante para seleccionar entre líneas mejoradas.

Mejoramiento por resistencia en frijoles arbustivos determinados

Los frijoles arbustivos determinados son particularmente difíciles de mejorar por resistencia al saltahojas. A pesar de eso se continúo la búsqueda para fuentes de resistencia y se realizaron cruces dentro de este grupo en 1984. En posteriores selecciones en poblaciones de segregación temprana, se evaluaron por rendimiento 96 líneas F_5 en 1986 bajo una alta presión de insectos y 18 de ellas se seleccionaron por resistencia, color y tamaño de semilla y se evaluaron nuevamente por su rendimiento. La tabla 2 presenta el desempeño de estas líneas rindieron significamente más que los testigos comerciales. Estos datos indican que se han realizado progresos significativos en la incorporación de la resistencia.

Ciclo VIII (frijoles arbustivos indeterminados)

Con la prueba de progenie en surcos en la F_5, se evaluaron por rendimientos 50 líneas en la F_6 bajo una severa infestación de saltahojas (promedio de pérdidas de rendimiento = 66.1%). Se seleccionaron las mejores líneas con base en el rendimiento no protegido y el porcentaje de pérdidas de rendimiento (tabla 3). En términos del rendimiento sin protección, sólo una línea fué estadísticamente superior a ICA Pijao, el testigo tolerante. En términos de porcentaje de pérdidas de rendimiento, varias fueron mejores que los testigos. A pesar de eso, estos resultados indican la necesidad de aumentar la presión de selección dentro del Programa de selección recurrente modificada, adoptado en 1985. Se adelanta ahora una comparación entre las prácticas de selección, la selección individual de plantas en la F_2 vs. la selección individual de plantas en F_5. Simultáneamente, se evaluarán por su rendimiento en 1987, nuevos materiales mejorados en los estados de F_3 y F_6.

Se intensificó la búsqueda de nuevas fuentes de resistencia entre los materiales del germoplasma. Se evaluó un total de 2.663 accesiones, aunque sólo 71 se registraron como resistentes. De éstas, sólo 13 fueron resistentes en las pruebas de reconfirmación, y algunas se incluyeron en el bloque de cruzamiento de 1986 B, junto con seis materiales identificados en los viveros VEF y EP de 1986.

BRUQUIDOS

Tamizado por resistencia

Se continuó la búsqueda para fuentes adicionales de resistencia. Cuando se tamizaron 90 accesiones silvestres de origen Mejicano que no

se habían estudiado anteriormente, tres accesiones (G 12947, G 12959 y G 12951) fueron altamente resistentes a Zabrotes subfasciatus y nueve (G 09989, G 12858, G 12916, G 12943, G 12947, G 12960, G 12963, G 12978 y G 12984) se clasificaron como altamente resistentes a Acanthoscelides obtectus. Simultáneamente se evaluaron 61 accesiones en pruebas replicadas de reconfirmación para Z. subfasciatus. Cinco de éstas presentaron resistencia intermedia las otras fueron susceptibles. Se reconfirmaron altos niveles de resistencia a A. obtectus en 42 entradas adicionales. Se encontraron también niveles muy altos de resistencia a ambas especies de bruquidos entre las accesiones de Phaseolus acutifolius.

Mejoramiento por resistencia

Se continuaron los esfuerzos de mejoramiento para obtener resistencia a bruquidos en líneas de frijol con tipos de grano y hábitos de crecimiento comercialmente aceptables. Cuando se evaluaron 56 selecciones de plantas individuales realizadas en líneas F_5 derivadas de cruces entre accesiones comerciales y silvestres de P. vulgaris en condiciones de laboratorio, tres fueron resistentes a Z. subfasciatus (tabla 4) y siete a A. obtectus (tabla 5). Una línea (GG9-3) fué resistente a ambos insectos. Estas selecciones se están evaluando después de su multiplicación en el campo.

Además, 26 líneas F_4 y 12 líneas F_5 las cuáles se habían evaluado por resistencia a A. obtectus en condiciones de campo, se evaluaron por Z. subfasciatus en el laboratorio. Solo seis de éstas fueron resistentes intermedias y mostraron variabilidad por tamaño de semilla y color, características por las cuáles éstos y otros materiales, se reselecionaron y purificaron.

Se estudió la resistencia de 12 líneas F_5 a A. obtectus en condiciones de campo (Popayán) y de laboratorio. Seis de estos materiales fueron resistentes en el campo (tabla 6) y en el laboratorio (tabla 7). Las líneas 15P19 y 23P5 fueron estables para el tamaño de la semilla y el color y las otras serán reseleccionadas y purificadas.

Se evaluaron también las líneas de la BRU codificadas 11-26. Todas fueron susceptibles a A. obtectus, y todas menos BRU 11 fueron susceptibles a Z. subfasciatus. BRU 11 (BAT 1276 X g 12952-18) prolongó el ciclo de vida por 15 días y redujo el peso de la progenie, además se clasificó como intermedia.

Mecanismos y factores responsables de la resistencia

En años anteriores la artibiosis ha sido bien documentada como el principal mecanismo de resistencia a bruquidos. En 1986 se estudió la no preferencia oviposicional. El principal objetivo de estos estudios fué indagar hasta donde el comportamiento de oviposición de los bruquidos afectaría las tasas de resistencia cuando se realizan selecciones masivas en poblaciones de segregación temprana. Se simuló una población F_2 mediante la mezcla de cantidades iguales de semillas de acciones susceptibles y resistentes, cultivadas y silvestres, de diferentes tamaños de semilla y color.

Z. subfasciatus mostró una notoria preferencia para ovipositar en los materiales de semilla grande (tabla 8). Se encontraron correlaciones significativas entre el tamaño de la semilla y el porcentaje de semillas con huevos ($r = 0.83$; $P = 0.01$) y huevos /semillas ($r = 0.94$; $P = 0.01$). Cuando las mezclas se prepararon con diferentes proporciones de cada material (60 gramos por muestra), el insecto de nuevo mostró una notoria preferencia para ovipositar en las accesiones de semilla grande (tabla 9). Se concluyó que la práctica de infestación masiva de las poblaciones F_2 no es apropiada debido a que muchas semillas pequeñas escapan a la infestación. Se utilizará un nuevo sistema, con base en selecciones individuales.

A. obtectus esparce los huevos entre la semilla. A pesar de esto, el primer instar de la larva de estas especies también mostró una preferencia definitiva para penetrar en los materiales de semilla grande (tabla 10). La semilla grande se correlacionó bien con el porcentaje de semillas perforadas ($r=0.71$' P 0.01) y perforaciones/ semilla ($r= 0.83$; $P=0.01$). Al igual que con Z. subfasciatus se descontinuó la práctica de selección masiva en las poblaciones de segregación temprana.

La arcelina, una nueva proteína encontrada sólo en ciertas accesiones silvestres de P. vulgaris, se reportó como un factor que contiene resistencia a bruquidos. Se evaluaron siete genotipos seleccionados por el Dr. Fred A. Bliss (Proyecto CRSP, Universidad de Wisconsin, E.E.U.U.) por la presencia o ausencia de arcelina para resistencia a Z. subfasciatus y A. obtectus. Los resultados indicaron que el contenido de arcelina parece ser un importante factor que confiere resistencia a Z. subfasciatus dado que las líneas con esta proteína fueron resistentes (tabla 11). La electroforesis SDS-PAGE confirmó la presencia de arcelina en las tres líneas resistentes (859446-67, 85944671 y 859445-20) (Figura 3). De otro lado, no se encontró el contenido de arcelina asociado con la resistencia a A. obtectus, porque estas líneas fueron todas susceptibles a estas especies (tabla 12). Se propuso un hidrato de carbono como factor posiblemente responsable de la resistencia a A. obtectus por investigadores en la Universidad de Durham, esta teoría necesita estudios posteriores.

Se realizaron progresos significativos en la caracterización de los tipos de arcelina a través de electroforesis. Esta técnica podrá utilizarse en forma extensiva para realizar selecciones de plantas individuales en la F_2 y en las generaciones siguientes de cruces simples y retrocruces realizados ya en 1986 B. Se espera acelerar el

progreso de incorporación de la resistencia a brúquidos mediante las pruebas de electroforesis acopladas con alimentación. Se realizaron también progresos en la cría exitosa de ambas especies de brúquidos en semillas "artificiales" y cápsulas de gelatina, técnicas que están siendo utilizadas en estudios detallados sobre los mecanismos de resistencia.

Como los niveles de antibiosis encontrados en algunas de las accesiones silvestres de P. vulgaris son altos, fué necesario estudiar los posibles efectos antinutricionales y/o tóxicos de la mayoría de los materiales resistentes. Ratones blancos de ambos sexos alimentados con G 12891 (silvestre, resistente) ganaron mucho más peso que aquellos alimentados con Calima (variedad comercial en Colombia) o Purina (una dieta comercial). No se detectaron efectos tóxicos. Estos resultados coinciden con las pruebas realizadas con ratas en el INCAP en Guatemala (Dr. Ricardo Bressani) y en la Universidad del Estado de Michigan (Dr. George Hosfield) los cuales, en forma independiente, concluyeron ambos que la proteína de la arcelina en los fríjoles cocinados no es tóxica para las ratas. Se están adelantando ensayos en alimentación humana en la Universidad del Valle, Colombia.

MOSCAS BLANCAS

En 1986 se iniciaron estudios sobre la biología, algunos aspectos de la ecología y cría masiva de moscas blancas. Tanto Bemisia tabaci (Gennadius) y Trialeurodes vaporariorum (Westwood) se criaron en fríjoles en CIAT. B. tabaci se presentó en la primera parte de la estación de siembra y prefirió ovipositar en las hojas cotiledonares en tanto que T. vaporarium aparece justo antes de la floración y deposita la mayoría de sus huevos en las hojas trifoliadas. Estudios sobre el efecto de las fechas de siembra y observaciones a través de la estación seca revelaron que el mejor tiempo para muestreo de mosca blanca sería de 30-35 días después de la siembra en las hojas primordiales para B. tabaci y 40-45 días en las hojas trifoliadas para T. vaporariorum. Las diferencias varietales podrían basarse en los conteos de pupas/hoja. Los conteos de adultos fueron menos significativos. Estudios sobre la distribución espacial de estos insectos indicaron que, para propósitos de tamizado, un tamaño de muestra de 10 hojas/genotipo/replicación sería adecuado para niveles de confianza de 85-95%.

Se evaluaron las poblaciones de mosca blanca en 26 variedades con diferentes reacciones al BGMV. Se detectaron diferencias más significativas entre variedades cuando las poblaciones de pupas se contaron a los 29 y 43 días después de la siembra para B. tabaci y T. vaporariorum, respectivamente (tabla 13). Estos resultados preliminares indican que puede presentarse variabilidad para esta característica.

Se estudió la biología de B. tabaci en condiciones de campo e invernadero. En la casa de tamiz (25°C y 70% H.R.), el ciclo de huevo hasta adulto duró 30 días. Los cuatro instares ninfales sucedieron en 19 días, y el estado de pupa en seis días. Se estudió la cría de B. tabaci en 14 plantas hospedantes diferentes. La arveja y la berenje-

na, Solanum melongena fueron los mejores en términos de productividad. Se ha conservado durante 10 meses una cría masiva exitosa de mosca blanca.

APION

En el pasado informamos acerca de la escasa adaptación desplegada por los materiales resistentes a Apion en América Central, y que esto conllevó a una búsqueda de nuevas fuentes de resistencia cuya progenie se adaptaría más rápidamente a América Central subtropical (400-1000 m.s.n.m.).

Una vez más se identificaron nuevas fuentes, (Informe Anual, CIAT, 1984) éstas se incorporaron en cruces con genotipos adaptados a América Central. Dado que la mayoría de estas nuevas fuentes vinieron procedentes de las regiones montañosas de Méjico, ellas se adaptaron pobremente a las zonas tropicales como las anteriores fuentes de resistencia. Por lo tanto se preseleccionaron poblaciones en CIAT por la adaptación y la resistencia al BCMV, y se identificaron mediante la prueba de Apion familias F_3 promisorias. Estas, junto con los testigos y las fuentes mejicanas de resistencia, conformaron el Vivero Internacional de Apion (VIA) de 1985 el cual se sembró en Guatemala, Honduras, y Nicaragua. Además, un vivero de volubles se distribuyó para su evaluación aunque éstos desafortunadamente no se sembraron.

Mientras los datos de resistencia a Apion aún están pendientes, fué posible observar la adaptación de las nuevas familias en América Central. Particularmente promisorias por su adaptación fueron las líneas derivadas de G 13614, como también aquellas derivadas de G 3324, G 3336, y G 3585. G 13614 es especialmente un buen padre para fríjoles volubles, y ha demostrado un amplio rango de adaptación en otras regiones. Si, en efecto, algunas de estas líneas conservan la resistencia a Apion del germoplasma parental, ellas representarán un gran avance en el proyecto de Apion.

El trabajo de Apion en América Central se fortaleció en forma amplia en 1986 mediante el contrato de un agrónomo para atender los estudios entomológicos. Esto asegurará la continuidad del trabajo iniciado anteriormente. Además del tamizado por resistencia, se iniciaron estudios sobre el efecto de la fecha de siembra; los métodos de medición de poblaciones de Apion; el diseño de los viveros y la biología del insecto.

Tabla 1. Poblaciones de saltahojas y puntaje de daño en cuatro líneas de fríjol sometidas a infestaciones naturales de saltahojas (promedio de tres replicaciones).

Línea	Huevos/hoja[1)]	Ninfas/planta[2)]	Adultos/planta[3)]	Puntaje de daño[4)] visual
EMP 81[5)]	28.2 a[6)]	15.1 a	26.0 a	6.0 a
EMP 89	24.0 b	11.0 b	17.9 b	4.7 c
EMP 124	14.1 c	7.2 c	11.3 c	5.3 b
EMP 135	28.5 a	15.0 a	20.7 b	5.6 ab

1) Promedio de 10 hojas/línea, 10 días después de la siembra (DDS)

2) Promedio de cinco plantas/línea en tres edades de la planta (20, 30 y 40 DDS).

3) Promedio de tres plantas/línea a los 40 DDS

4) En una escala de 1 a 9 (1 = sin daño; 9 = daño severo. En tres edades de la planta 20, 30 y 40 DDS).

5) Testigo tolerante.

6) Los promedios señalados con la misma letra no son diferentemente significativos a un nivel del 5%.

Tabla 2. Mejores líneas F_6 de fríjol arbustivo, determinado, de un ciclo de selección recurrente para resistencia a Empoasca kraemeri (promedio de tres replicaciones).

Líneas	Color	Peso de 100 semillas (g)	Rendimiento (kg/ha) Sin proteger	Protegido	% de reducción del rendimiento
EMP 177	Rojo, moteado	29	1114	1440	22.6
EMP 178	Rojo, moteado	34	1102	1824	39.6
EMP 179	Rosado, moteado	25	903	1674	46.0
EMP 180	Rojo, moteado	34	824	1805	54.3
EMP 181	Rojo, moteado	38	816	2025	59.7
EMP 182	Rojo, moteado	33	807	1420	43.2
EMP 183	Rojo, moteado	35	786	1507	47.8
EMP 184	Rojo, moteado	34	776	1809	57.1
EMP 185	Rojo, moteado	30	749	1763	57.5
EMP 186	Rojo, oscuro	26	718	1426	49.6
BAT 1366[1)]	Rojo, moteado	32	404	1361	70.3
Línea 24[1)]	Rojo, moteado	39	365	1172	68.8
ICA P11[1)]	Rojo, moteado	35	459	971	52.7
NDS 5 %			254	435	
C.V.(%)			22.6	17.2	

(1) Susceptible

Tabla 3. Mejores líneas F_6 del VIII ciclo de selección recurrente para resistencia a Empoasca kraemeri (promedio de tres replicaciones).

Líneas	Color	Peso de 100 semillas (g)	Rendimiento (kg/ha)		% de rendimiento
			Sin proteger	Protegido	
EMP 187	9	21	1711	3137	45.4
EMP 188	3	20	1335	2971	55.1
EMP 189	9	20	1276	2820	54.7
EMP 190	3	21	1238	2795	55.7
EMP 191	9	21	1233	3115	60.4
EMP 192	9	23	1151	3286	65.0
EMP 193	3	22	1109	2342	52.6
EMP 194	1	20	1105	2782	60.3
EMP 195	9	26	1101	2621	58.0
EMP 196	3	20	1069	3006	64.4
EMP 197	3R	19	1026	2676	61.6
EMP 198	3	18	1009	2052	50.8
EMP 199	9	24	960	2325	58.7
EMP 200	9	20	943	1942	51.4
EMP 84[1)]	9	20	1061	3010	64.7
EMP 135[1)]	3	20	788	2841	72.3
BAT 41[2)]	6	18	263	1786	85.3
ICA PIJAO[1)]	9	20	1297	3863	66.4
NDS 5%			412.9	700.8	
C.V.			29.9	17.0	

1) Testigo tolerante
2) Testigo susceptible

Tabla 4. Niveles de resistencia a Zabrotes subfasciatus en selecciones individuales F_5 (condiciones de laboratorio [1], medias de tres replicaciones).

Identificación	Progenitores	Huevos/semilla	Progenie/ hembra	Ciclo de vida (días)	Peso/ adulto ($g \times 10^{-3}$)	% emergencia	Clasificación
GC7-7	ICA Viboral x G 12952	4.5	9.0	47.4	0.8	28.1	Intermedia
GC8-11	ICA Radical x G 12952	5.8	19.5	50.0	0.7	47.0	Intermedia
GG9-3	G 10019 x G 12891	3.8	6.3	48.2	0.8	23.5	Resistente
G 12952	(Testigo resistente)	1.6	0.6	50.3	0.9	5.9	Resistente
Calima	(Testigo susceptible)	5.8	33.4	31.6	1.4	80.8	Susceptible

1) 50 semillas/replicación infestadas con 7 pares de Z. subfasciatus

Tabla 5. Niveles de resistencia a Acanthoscelides obtectus en selecciones de plantas individuales F_5 (condiciones de laboratorio[1], medias de tres replicaciones).

Identificación	Progenitores	Ciclo de vida (días)	% emergencia	Peso/ adulto (g x 10^{-3})	Clasificación
GC7-6	ICA Viboral x G 12952	43.8	33.0	1.7	Intermedia
GC7-7	ICA Viboral x G 12952	40.7	23.7	1.8	Intermedia
GC8-6	ICA Radical x G 12952	44.9	17.0	1.9	Intermedia
GG9-3	G 10019 x G 12891	43.9	4.0	1.7	Resistente
GG9-4	G 10019 x G 12891	43.8	11.3	1.5	Resistente
GG9-7	G 10019 x G 12891	44.3	24.3	-	Intermedia
GG9-9	G 10019 x G 12891	46.9	16.0	1.0	Intermedia
G 12952	(Testigo resistente)	-	0	-	Resistente
Calima	(Testigo susceptible)	34.0	71.0	2.3	Susceptible

1) 50 semillas/replicación infestadas con 100 huevos.

Tabla 6. Mejores líneas F_5 de cruces entre materiales mejicanos cultivados y silvestres resistentes evaluados por su resistencia a A. obtectus en condiciones de campo (medias de 3 replicaciones; 50 vainas al azar por replicación).

Identificación	Progenitores	Porcentaje		Adultos/ semilla	Peso/ adulto ($g \times 10^{-3}$)	Clasificación[1)]
		Vainas perforadas	Semillas perforadas			
22P2	BAT 1274 x G 12952	23.8	20.2	0.5	1.7	I
23P5	EMP 84 x G 12952	21.6	19.4	0.4	1.9	I
22P35	BAT 1274 x G 12952	19.2	15.9	0.3	1.6	I
15P19	G 12891 x G 04017	17.7	14.3	0.4	1.7	I
6P14	V 79020 x G 12891	14.3	17.4	0.4	1.6	I
15P35	G 12891 x G 04017	13.5	12.6	0.3	1.9	R
G 12952	(Testigo resistente)	14.2	14.8	0.2	1.4	R
G 12891	(Testigo resistente)	12.2	14.5	0.3	1.7	R
G 10019	(Testigo resistente)	6.2	8.1	0.1	1.6	R
V 80030	(Testigo susceptible)	46.8	37.4	1.1	2.4	S
V 79020	(Testigo susceptible)	35.5	25.7	0.9	2.4	S

1) I = Intermedia; R = Resistente; S = Susceptible

Tabla 7. Mejores líneas F_5 de cruces entre materiales cultivados y silvestres resistentes, evaluadas por resistencia a A. obtectus en condiciones de laboratorio (promedios de cinco replicaciones; 50 semillas/rep. infectadas con 100 huevos).

Identificación	Progenitores	% emergencia	Ciclo vida (días)	Peso/ adulto ($g \times 10^{-3}$)	Clasificación[1)]
22P2	BAT 1274 x G 12952	24.8	41.8	1.8	I
23P5	EMP 84 x G 12952	13.0	40.3	2.1	I
22P35	BAT 1274 x G 12952	10.6	43.7	2.1	I
15P19	G 12891 x G 04017	9.2	43.6	1.7	R
6P14	V 79020 x G 12891	15.4	42.2	1.8	I
15P35	G 12891 x G 04017	12.8	39.9	2.1	I
G 12952	(Testigo resistente)	2.4	45.3	1.3	R
G 12891	(Testigo resistente)	12.2	39.7	2.0	R
G 10019	(Testigo resistente)	7.8	36.8	1.3	R
V 80030	(Testigo susceptible)	52.2	34.0	2.5	S
V 79020	(Testigo susceptible)	50.2	34.2	2.5	S
Calima	(Testigo susceptible)	66.4	34.5	2.5	S

1) I = Intermedio; R = Resistente; S = Susceptible

Tabla 8. Oviposición de Zabrotes subfasciatus sobre semillas con diferentes tamaños y niveles de resistencia mezcladas en iguales cantidades para simular una población F_2 (pruebas de libre elección/promedios de 16 replicaciones/600 semillas/mezcla infectadas con 94 pares/replicación).

Accesión	Características	Peso de 100 semillas (g)	% de semillas con huevos	Huevos/ semilla
A 36	Susceptible, cultivada	45.0	99.7[1)]a	17.8 a
Pijao	Susceptible, cultivada	24.0	91.4 b	5.1 c
G 02540	Susceptible, cultivada	21.0	99.0 a	9.3 b
G 12924	Intermedia, silvestre	15.7	72.5 c	1.8 d
14P18	Intermedia, cultivada	14.0	43.4 d	0.8 e
G 12891	Resistente, silvestre	10.1	9.7 g	0.1 gh
6P14	Resistente, cultivada	10.0	25.5 e	0.4 f
3P4	Intermedia, cultivada	10.0	38.9 d	0.7 e
G 10011	Susceptible, silvestre	8.4	15.6 f	0.2 fg
G 12952	Silvestre, resistente	7.3	2.4 h	0.02 h
G 11051	Silvestre, intermedia	6.6	7.2 g	0.1 gh
G 12861	Susceptible, silvestre	4.7	8.7 g	0.1 gh

1) Promedios señalados con la misma letra son no significativamente diferentes a un nivel del 5%.

Tabla 9. Oviposición de Zabrotes subfasciatus sobre semilllas con diferentes tamaños y niveles de resistencia mezcladas en diferentes proporciones para simular poblaciones segregantes (promedios de cuatro replicaciones; 60 gramos/mezcla/replicación infestada con 20 pares).

	Huevos/semilla			
Mezcla[1]	(g/100 semillas) R(7.4)	I (5.1)	W_s (19.8)	C_s (50.0)
RI	0.3 x [2]	0.4 x	-	-
RW_s	0.1 y	-	3.4 x	-
RC_s	0.04 y	-	-	8.4 x
IW_s	-	0.1 y	3.3 y	-
IC_s	-	0.1 y	-	8.4 x
W_sC_s	-	-	1.6 y	6.3 x
RIW_s	0.08 y	0.1 y	3.3 x	-
RIC_s	0.05 y	0.07 y	-	9.9 x
RW_sC_s	0.02 z	-	1.7 y	7.6 x
IW_sC_s	-	0.03 z	1.7 y	6.4 x
RIW_sC_s	0.04 z	0.04 z	2.6 y	6.1 x

1) R = G 12949, resistente silvestre; I = G 12880, silvestre intermedio; W_s = G 10000, silvestre susceptible; C_s = Calima, susceptible, cultivada).

2) Medias dentro de una hilera horizontal señaladas con la misma letra, no son diferentemente significativas al nivel del 5%.

Tabla 10. Penetración de semillas por el primer instar de larvas de Acanthoscelides obtectus en una población F_2 simulada mediante mezclas de accesiones de diferentes tamaños y niveles de resistencia (promedio de 16 replicaciones/600 semillas/accesión infestadas con 60 pares/replicación.

Accesión	Características	Peso de 100 semillas (g)	% semillas perforadas	Perforaciones semilla
A36	Susceptible, cultivado	45.0	83.7 a[1)]	1.70 a
Pijao	Susceptible, cultivado	24.0	69.7 b	1.02 b
G 02540	Susceptible, cultivado	21.0	61.9 c	0.92 b
14P18	Intermedia, cultivada	14.0	48.5 d	0.59 d
15P19	Resistente, cultivada	12.0	32.7 e	0.37 e
3P4	Intermedia, cultivada	10.0	51.4 d	0.67 cd
G 10011	Susceptible, silvestre	8.4	20.9 f	0.22 fg
G 12952	Intermedia, silvestre	7.3	16.0 f	0.15 gh
G 12888	Intermedia, silvestre	6.9	60.2 c	0.72 c
G 10007	Resistente, silvestre	6.5	21.0 f	0.21 g
G 10019	Resistente, silvestre	5.3	31.0 e	0.32 ef
G 12861	Susceptible, silvestre	4.7	11.0 g	0.11 h

1) Promedios señalados con la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%.

Tabla 11. Niveles de resistencia a Zabrotes subfasciatus en líneas seleccionadas por sus contenidos de arcelina en la Universidad de Wisconsin (promedios de cinco replicaciones, 50 semillas/rep. infestadas con 7 pares).

Línea	Contenido de Arcelina	Peso de 100 semillas (g)	Huevos/ semilla	Progenie hembra	% emergencia	Ciclo de vida (días)	Peso/ adulto ($gx10^{-3}$)	Clasificación[1]
859446-67(Pinto)	+	34	5.6 bc[2]	3.1 b	7.8 c	46.4 bc	0.8 c	R
859446-59(Pinto)	-	37	5.5 bc	37.7 a	95.4 a	32.8 d	1.3 b	S
859439-11(Pinto)	-	34	6.3 ab	42.6 a	94.1 a	32.5 d	1.3 b	S
859446-71(Pinto)	+	34	5.9 ab	4.6 b	10.9 c	45.2 c	0.9 c	R
859446-68(Pinto)	-	36	6.0 ab	40.4 a	93.8 a	32.6 d	1.3 b	S
R-148-15(Red)	-	24	4.7 d	32.1 a	95.4 a	32.2 d	1.3 b	S
859445-20(Red)	+	17	5.0 cd	4.1 b	11.6 c	46.9 b	0.7 d	R
G 12952(Tes. Res.)		5	1.8e	0.4 c	3.0 d	50.0 a	0.7 d	R
Calima (Tes. Sus.)		50	6.6 a	38.3 a	80.5 b	33.1 d	1.4 a	S

1) R= Resistente; S = Susceptible

2) Promedios señalados con la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%.

Tabla 12. Niveles de resistencia a Acanthoscelides obtectus en líneas seleccionadas por sus contenidos de arcelina en la Universidad de Wisconsin (promedios de 5 replicaciones; 50 semillas/replicación infestadas con 100 huevos).

Línea	Contenido de Arcelina	Peso de 100 semillas	% emergencia	Ciclo vida (día)	Peso/ adulto ($gx10^{-3}$)	Clasificación[1)]
859446-67 (Pinto)	+	34	74.4 a[2)]	39.1 c	2.3 bc	S
859446-59 (Pinto)	-	37	86.0 a	33.5 e	2.6 a	S
859439-11 (Pinto)	-	34	85.6 a	33.5 e	2.6 a	S
859446-71 (Pinto)	+	34	65.4 ab	38.6 c	2.3 b	S
85944668 (Pinto)	-	36	84.6 a	33.7 e	2.6 a	S
R-148-15 (Red)	-	24	85.4 a	33.9 e	2.6 a	S
859445-20 (Red)	+	17	53.6 b	42.9 b	2.2 c	S
G 12952 (Tes. Res.)		5	1.6 c	51.7 a	1.1 d	R
Calima (Tes. Susc.)		50	74.0 a	36.0 d	2.4 b	S

1) R = Resistente; S = Susceptible

2) Promedios señalados con la misma letra

Tabla 13. Número promedio de pupas de mosca blanca encontradas en 26 varieda - des de fríjol (promedio de tres replicaciones).

Variedad	*B. tabaci*[1] No. de pupas 10 foliolos	Rango	*T. vaporariorum*[2] No. de pupas/ 10 trifolios	Rango
Royal Red	57.0	1	28.0	7
Pompadour Checa	47.3	2	76.4	1
California Red Kidney	38.5	3	32.5	4
A-36	37.6	4	29.2	6
Alubia	37.3	5	24.0	9
Top Crop	34.3	6	47.6	2
G 05054	30.9	7	16.5	21
DOR 303	30.1	8	13.3	23
Turrialba 1	28.8	9	17.4	19
Rojo de Seda	27.1	10	11.9	24
Rabia de Gato	26.4	11	19.2	17
G 05024	25.1	12	17.7	18
JU L-82-12	24.4	13	22.6	11
JU L-81-64	21.8	14	20.3	15
APN 18	20.9	15	21.0	14
Pecho Amarillo	18.4	16	20.2	16
Rio Tibagi	17.6	17	27.5	8
ICTA - Quetzal	16.2	18	22.2	12
DOR 60-1	15.4	19	34.2	3
ICA Pijao	14.9	20	21.8	13
Negro Huasteco	14.3	21	22.9	10
ICTA - Jutiapan	12.1	22	11.1	26
ICTA - Tamazulapa	12.0	23	15.2	20
A 429	10.8	24	30.0	5
A 126	9.5	25	11.8	25
Porrillo Sintetico	8.6	26	13.9	22
NDMS 5%	10.2		5.5	
C.V. (%)	15.4		13.5	

1) 29 días después de la siembra
2) 43 días después de la siembra

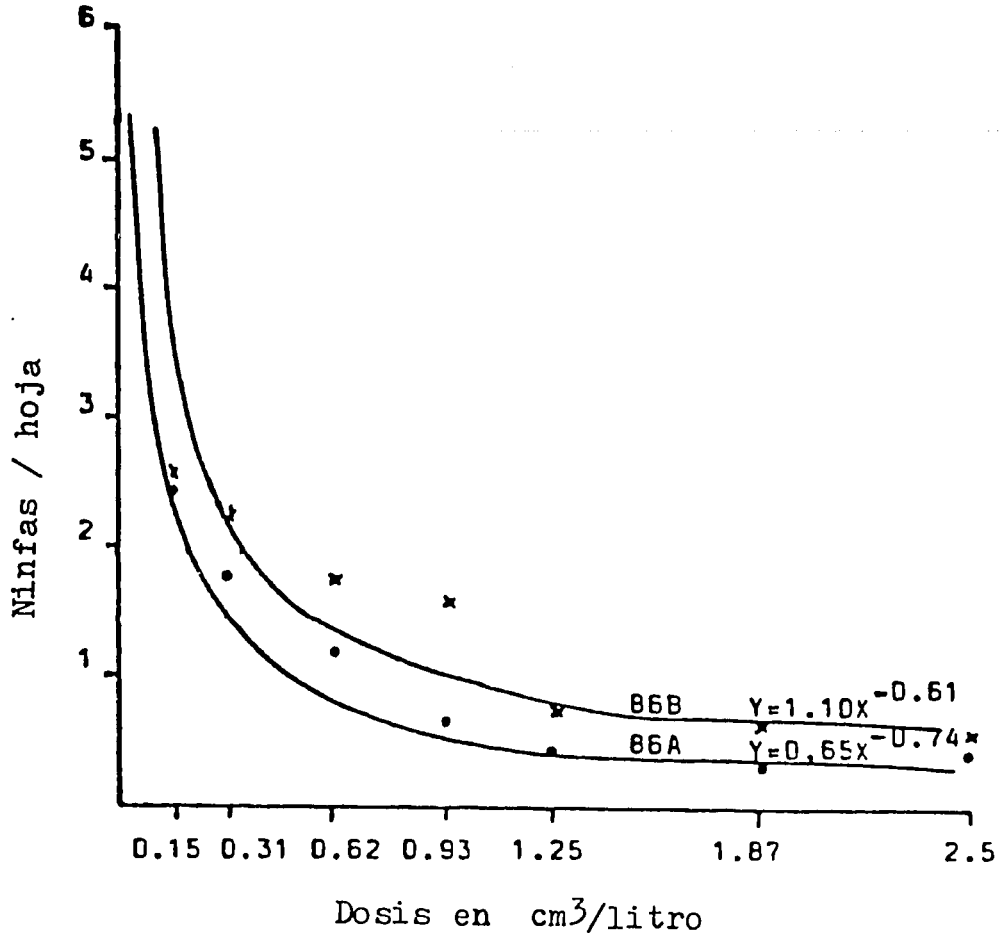


Figura 1. Efecto del incremento en la dosis de monocrotofos en poblaciones de saltahojas.

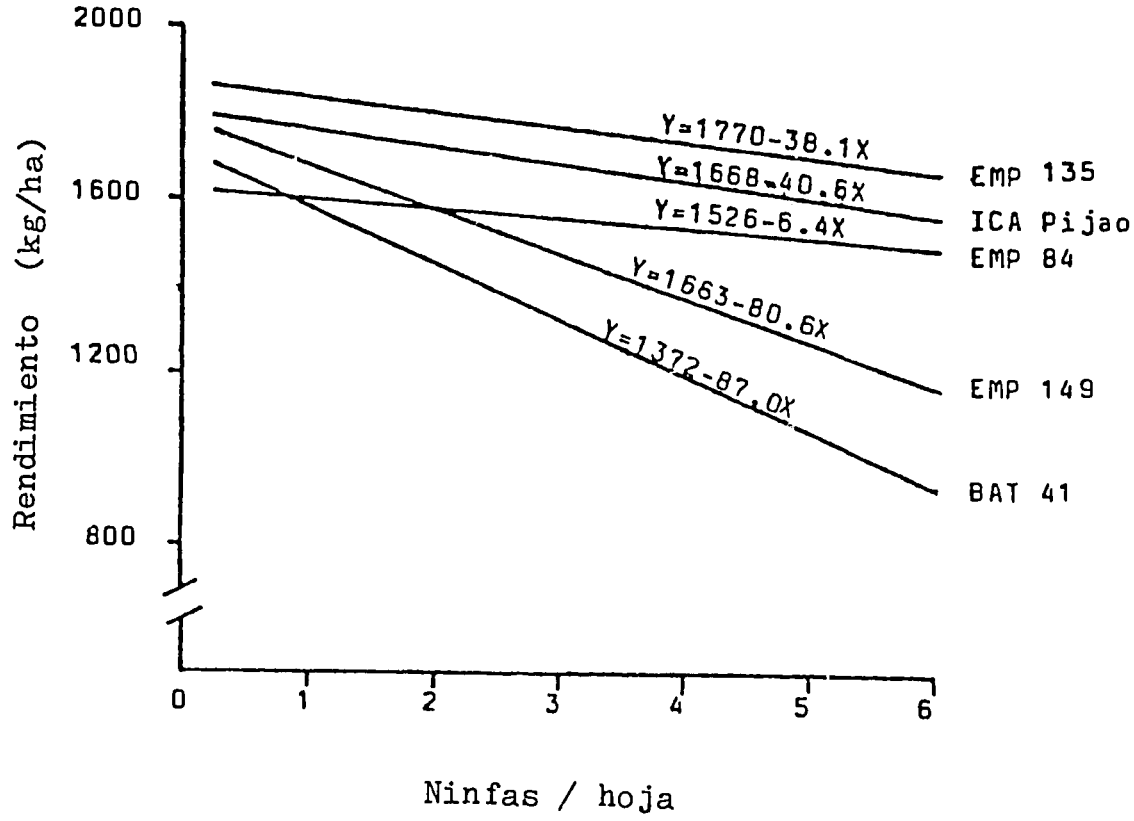


Figura 2. Regresión del rendimiento de cinco líneas de fríjol seleccionadas en infestaciones de saltahojas.

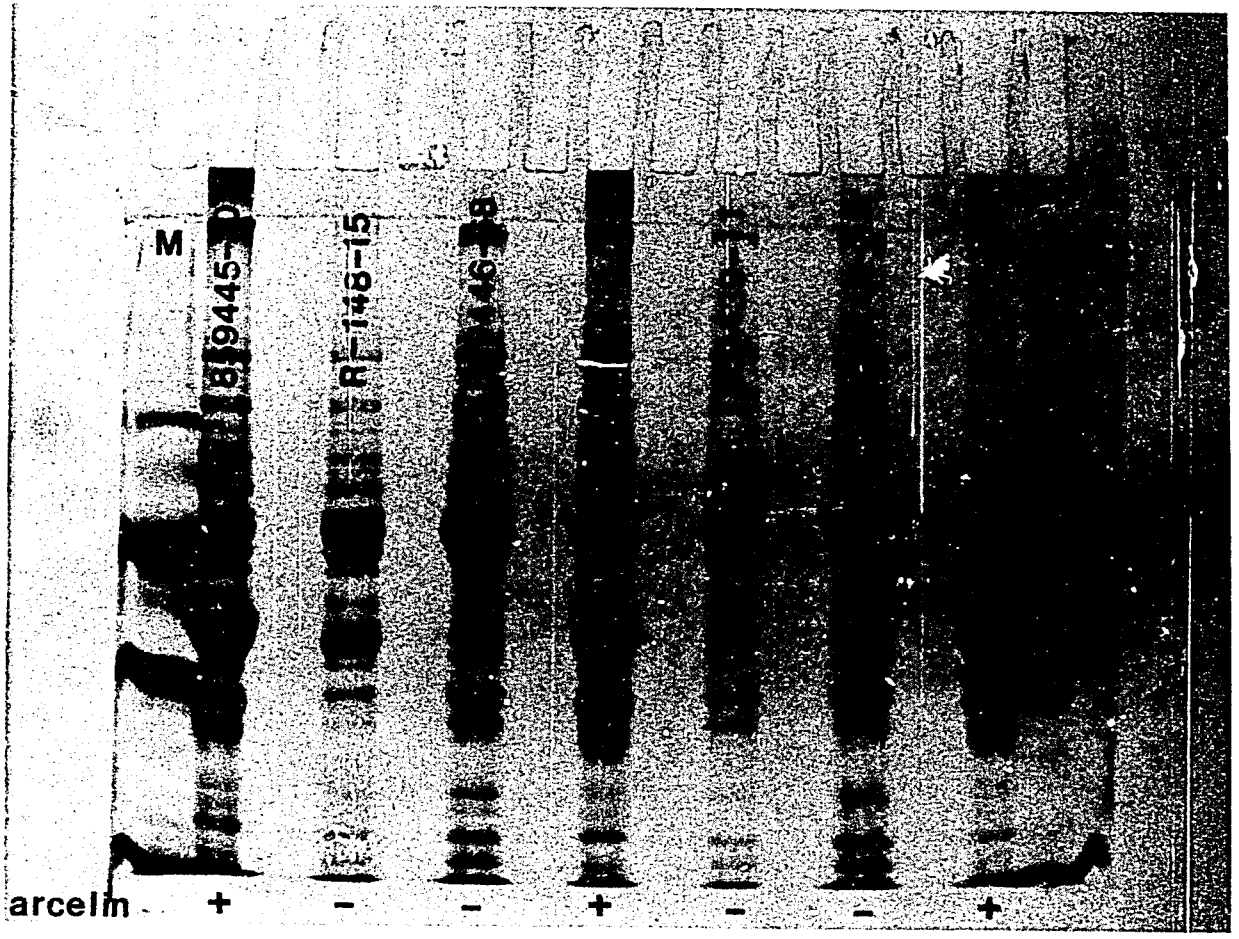


Figura 3. Electroforesis de SDS-PAGE de líneas seleccionadas por su contenido de arcelina en la Universidad de Wisconsin.

4. Potencial de rendimiento

El énfasis básico se orientó en la búsqueda de genotipos con arquitectura erecta y los cuales presenten notorios incrementos del rendimiento en condiciones de manejo agronómico intensivo. Esta estrategia de investigación se complementó mediante estudios sobre problemas específicos tales como la explotación de la maduración tardía, los efectos del tamaño de la semilla y posibles ineficiencias en la polinización.

Arquitectura mejorada

Se ha continuado la investigación siguiendo la hipótesis de trabajo de que el potencial de rendimiento puede incrementarse a través del uso de genotipos erectos adaptados a espacios estrechos entre surcos y altas poblaciones. Esto ha requerido una doble estrategia. Deben encontrarse prácticas agronómicas las cuales permitan a los materiales erectos expresar su potencial completo, ent tanto que deben identificarse los materiales erectos sobresalientes a través de evaluaciones con las prácticas agronómicas las cuales están ahora tan sólo en proceso de ser definidas.

Los estudios en 1985 indicaron que espacios entre surcos a 0.3 mts dieron como resultado un mejor crecimiento en comparación con el espaciamiento de 0.3 se aceptó como modelo para los materiles erectos. El espaciamiento más estrecho dió como resultado una distribución más eficiente de plantas, lo que indica la posibilidad de aumentar las poblaciones de plantas. En dos semestres de ensayos de densidad, poblaciones de 20 a 30 plantas por metro, presentaron el máximo rendimiento en relación con el espaciamiento entre surcos (tabla 1). Por el momento, 30 plantas/m^2 (después de la cultivada) está utilizandose como modelo para las poblaciones con 0.3 mts de espacios entre surcos, aunque este nivel puede revisarse posteriormente según se vayan identificando los genotipos erectos superiores.

El nitrógeno se ha mostrado repetidamente como un factor crucial en la fisiología del rendimiento de las leguminosas desde que la removilización de N de las hojas a las vainas se presenta como la causa fundamental de la pérdida de la capacidad fotosintética durante el llenado de las vainas. Un incremento del rendimiento de 2 ton/ha implica una necesidad de 30 kg/ha de nitrógeno adicional disponible en el cultivo para el llenado de la semilla. Se realizó un intento para incrementar el rendimiento a través de aplicaciones suplementarias de N. Con la utilización de aplicaciones semanales al suelo de 10 a 20 kg/ha de N como úrea, el rendimiento aumentó en los espaciamientos entre surcos a 0.6 mts, pero disminuyó en los espaciamientos de 0.3 mts (tabla 2). Esto indicó que en tanto los tratamientos fueron útiles para la introducción de más N, el volcamiento o el desarrollo excesivo del área foliar evitaron las ganancias deseadas de rendimiento.

Con el fin de comprender las relaciones entre los establecimientos de las vainas y la senescencia de la hoja, se evaluaron los efectos de la remoción de vainas en presencia de hojas verdes en la madurez. El experimento sirvió para evaluar las siguientes tres hipótesis de senescencia de la hoja en frijol:

A) La senescencia es un proceso específico, bien definido inducido en un momento particular por las vainas del desarrollo. Una vez ha ocurrido la inducción, la senescencia total de la hoja tiene lugar en forma independiente al establecimiento final de las vainas.

B) El fríjol tiene un límite de abatimiento, y entonces existe poca relación entre el establecimiento de la vaina y el área foliar (una medida del vigor de nacimiento).

C) Los fríjoles son limitados de nacimiento, y entonces existe una fuerte correlación negativa entre el establecimiento de las vainas y las hojas que permanecen hasta la madurez.

En la figura 1, los datos de peso de la hoja a la madurez (valor relativo como fracción del peso seco total de la planta) vs el peso seco reproductivo (valor relativo que incluye peso de vainas removidas durante la poda de vainas) respaldan la hipótesis C. Esta conclusión se reforzó posteriormente por los resultados similares obtenidos con BAT 881 y por la aparente insensibilidad de los resultados a las tres diferentes fechas de remoción de vainas. La duda principal que concierne a la hipótesis es: cómo los resultados reflejan en forma estrecha modelos de movilización de N, y si existen genotipos de fríjol (tales como las supuestas líneas "no senescentes") las cuales no presentan modelo.

A través de todos estos experimentos, y realmente en la mayoría de los ensayos de rendimiento de fríjol en CIAT, el volcamiento ha sido un factor de confusión severa. Aunque el volcamiento se presentó como importante a comienzos de 1976 (informe anual de CIAT 1976), los progresos subsecuentes en la reducción del volcamiento han sido pocos. Unas pocas líneas erectas son moderadamente resistentes al volcamiento, aunque existe mucha materia para mejoramiento. Para un mejor entendimiento de los efectos de volcamiento, los futuros experimentos de densidad y nitrógeno incluirán tratamientos con la utilización de soportes artificiales para minimizar los efectos del volcamiento. Al mismo tiempo, es evidente la necesidad de continuar la búsqueda de líneas erectas, resistentes al volcamiento.

En el año pasado, esta búsqueda se empezó mediante la selección visual de materiales promisorios en los viveros de los mejoradores y en los VEF, donde se cultivaron plantas en espacios de 0.6 mts. Se consideró irrelevante el rendimiento a 0.6 mts tanto en los viveros como en los ensayos de rendimiento puesto que se presume que la capacidad para el rendimiento a 0.6 mts proviene de un nivel de vigor vegetativo que puede ser afectado en espacios de 0.3 mts. En la tabla 3 se presentan los materiales promisorios de los ensayos de rendimiento a 0.3 mts.

Efectos del tamaño de la semilla

En la domesticación de muchos cultivos, se ha asociado el aumento del tamaño de tejido celular. Sinembargo, un mayor tamaño de las células ha sido asociado con características indeseables tales como la reducción de la tolerancia a la sequía y tasas menores de fotosíntesis foliar. Entonces las diferencias de los cultivares en el tamaño de la célula podrían explicar el menor potencial de rendimiento de los cultivares de fríjol de semilla grande. Para evaluar el tamaño de la semilla y los tamaños de los

tejidos celulares se correlacionan en frijol, se midieron los tamaños celulares en varios volúmenes de tejidos en 15 accesiones de frijol, incluyendo dos de las subsp. aborigineus con semillas muy pequeñas (menores que 0.5 gs.). Se estimaron tamaños de células como volúmenes aproximados con base en la amplitud y la longitud de células en cortes transversales. Los resultados se encaminaron lejos de la relación esperada aunque se presentaron algunas excepciones (tabla 4). La correlación negativa del volúmen del mesófilo de empalizada puede presentar una compensación reflejada del tamaño de la célula con la reducción del área de la hoja primordial de los materiales de semilla pequeña.

Un análisis del componente de los volúmenes de tejido celular, dió como resultado dos componentes que explican 51% y 28% de la varianza, respectivamente. El principal componente tuvo una correlación negativa alta con el tamaño de semilla ($r = -0.91^{**}$), lo que indica que esto representa el principal efecto de tamaño el cual se refleja tanto en el tamaño el cual se refleja tanto en el tamaño de la semilla como el tejido celular.

En esta pequeña muestra de materiales, no hubo observación alguna de materiales de semilla grande con células pequeñas. Las mediciones del tamaño del polen en una variada selección de materiales de semilla grande permitiría el rápido tamizado para determinar si existe tal variación.

Potencial de rendimiento y madurez retrasada

Desde que se ha demostrado la dificultad para seleccionar líneas de madurez tardía por alto potencial de rendimiento, existe una justificación para explorar vías alternas que permitan explotar la maduración tardía. La aproximación más obvia es retrasar la madurez a través de duración de días largos en regiones donde los períodos de buenas condiciones de cultivo y duración de días largos coinciden. Aunque la duración del día relativamente corto (12.5 horas) en CIAT-Palmira no permite la evaluación de esta estrategia en una escala comercial, es posible explorar las dificultades potenciales utilizando prolongaciones artificiales de duración del día.

En un trabajo anterior, Porrillo sintético (véase informe anual 1976) produjo un notorio incremento del rendimiento con maduración retardada, aunque las respuestas de otras variedades han sido variables y generalmente escasas. Son explicaciones posibles que cada variedad puede asociarse a un fotoperíodo específico y que desde que el crecimiento se incrementa en forma típica aparece el volcamiento, los ensayos deben realizarse con condiciones que minimicen el volcamiento. Para evaluar estas ideas, se sembraron 8 líneas bajo 3 duraciones del día, con y sin espalderas. Las parcelas con espalderas y duración de día largo dieron rendimientos aproximadamente un 15% mayores que los días con duración de 12.5 horas con espalderas, aunque en los tratamientos sin soportes no se detectaron diferencias en el rendimiento (tabla 5).

En el sistema con espalderas, se encontró una interacción altamente significativa (p .01) entre la duración del día y el cultivar. Las líneas G 17648 y G 2059 fueron particularmente interesantes en este aspecto puesto que presentaron el rendimiento más alto con una duración de día intermedio (13.5 horas).

Estos resultados indican que mientras la maduración tardía inducida por los días largos puede explotarse para aumentar el potencial de rendimiento, las respuestas de las variedades podrían asociarse estrechamente con las condiciones de fotoperíodo local. Será obligatoria una mayor resistencia al volcamiento.

Potencial de rendimiento de los materiales de maduración temprana

Se reconoce ampliamente que el rendimiento del fríjol en las áreas tropicales se correlaciona con los días de madurez. Sinembargo, la maduración temprana es deseable por una amplia variedad de razones, aún cuando ésto implica algunas reducciones en el rendimiento. Para comprender mejor las limitaciones de las variedades tempranas, y para identificar parámetros para incrementar su potencial de rendimiento, se realizó un análisis del crecimiento de 16 genotipos con maduración diferente en dos estaciones de siembra diferente. La primera estación (experimento A) puede describirse como subóptima, al juzgar el desempeño general de los materiales (tabla 6), mientras que la segunda estación (experimento B) estuvo cerca del óptimo (tabla 7). Entonces las conclusiones se basan en las dos estaciones contrastantes. Los parámetros medidos incluyeron tamaño (p.e. índice de área foliar-IAF) y eficiencia (p.e. tasa de crecimiento del cultivo - TCC).

Se confirmó nuevamente la ventaja del rendimiento de los materiales tardíos, según la correlación de los días a la madurez fisiológica (DNF) y el rendimiento fué significativa en ambas épocas ($r = .67^{**}$ y $.57^{*}$, A + B). Además, los parámetros del tamaño generalmente se correlacionaron tanto con el DPM y como con el rendimiento (tabla 8). De ésto se puede concluir que el rendimiento es básicamente una función del tamaño, o capacidad de la fuente. Esto puede ser cierto para el experimento A, aunque, el experimento B, la mayoría de los genotipos tempranos se aproximaron o alcanzaron un IAF de 4 (considerado usualmente óptimo para el frijol), mientras que los genotipos tardíos excedieron el nivel en forma considerable. En el experimento B, los materiales tardíos no fueron limitados mucho por el tamaño (éste estuvo cerca del óptimo para el IAF) aunque sí un poco para el período disponible para el crecimiento.

Si se dirige la atención a la división del ciclo de crecimiento en un período vegetativo (días de floración - DF) y un período reproductivo (período de llenado de vainas - PFP), se observa que la duración de PFP es más crítica en la determinación del rendimiento. La correlación entre DF y el rendimiento fué .40 y .37 (en A y B, respectivamente), en tanto que el PFP y el rendimiento tuvieron correlaciones de $.74^{**}$ y $.61^{*}$ (A + B). En términos del componente del rendimiento, el PFP tuvo solamente un ligero efecto en el número de semillas por vaina ($r = .19$ y $.43^{*}$, A + B) pero contribuyó más el tamaño de la semilla ($r = .53^{*}$ y $.54^{*}$). Cuando se multiplicaron estos componentes para obtener un componente del rendimiento por vaina, la correlación con el rendimiento incrementó hasta $.73^{**}$ y $.70^{**}$. En otras palabras, un mayor período de llenado de vainas dió como resultado vainas más llenas, tal como se había esperado. Las implicaciones para este incremento de rendimiento, con un sacrificio mínimo de precocidad, son para la búsqueda de materiales de floración temprana con un PFP más largo.

Los parámetros de eficiencia evaluados incluyeron varias tasas de crecimiento, rendimiento/día e índice de cosecha. Los materiales tempranos mostraron una ventaja en la tasas de asimilación neta, una medida de crecimiento por unidad de área foliar, principalmente en el experimento B. Esto nuevamente, se debió al excesivo IAF de los materiales tardíos en el segundo estudio, los cuales disminuyeron su aparente eficiencia. En otros parámetros evaluados, los materiales tardíos no fueron necesariamente superiores. En realidad, los materiales tardíos fueron inferiores en rendimiento/día e índice de cosecha en el experimento A. Esto es contrario a lo que a menudo se ha establecido a cerca de los genotipos tardíos.

Una observación de cambio en la tasa de crecimiento del cultivo fué su relativa estabilidad desde los 20 hasta los 40 días. Aunque el IAF se incrementó varias veces en este período, el incremento de peso neto seco/día aumentó sólo de 19 hasta 55% dependiendo del genotipo. Aún permanece como un misterio por qué la planta de frijol se torna relativamente ineficiente según aumenta el tamaño.

Se estudió también el efecto del tamaño de la semilla en TCC tempranas. Se calcularon las correlaciones con la TCC a los 20, 30 y 40 días. El efecto fué positivo consistentemente (aunque no significativo), y tendió a ser mayor en los estados iniciales del crecimiento del cultivo.

Por lo tanto, la semilla de mayor tamaño puede contribuir muy poco para plántulas más vigorosas y crecimiento inicial más rápido.

En el experimento B se contaron el número de hongos y se relacionaron con el componente de rendimiento, semillas/vaina. Se encontró relativamente poca variación entre genotipos para el número de hongos (rango: 5.87 a 7.41) comparada a la variación en semillas/vaina (3.10 a 6.21). Esto indica que la variación en semillas/vaina se debe en gran parte al porcentaje de óvulos convertidos en semilla.

Una teoría del potencial de rendimiento del fríjol establece que son necesarios más nudos para servir como sitios de formación de vainas. No se ha encontrado evidencia en este estudio. De manera notoria, el número total de nudos no se correlacionó con el rendimiento, y tres de los mejores genotipos de rendimiento tardío (G 3017, Rabia de Gato y JU 84-7) presentaron todos desarrollos limitados de ramas, y la producción del grano se concentró en el tallo principal. Estas observaciones, junto con aquellas realizadas sobre el aborto de óvulos, indican que ni los sitios para las vainas ni el número de óvulos son limitantes al rendimiento. Como se esperó, los cultivares de maduración tardía son fuente, no introducida, escasa en el fríjol.

Se observó una variabilidad genética interesante entre los genotipos tempranos los cuales podrían contribuir a un programa de mejoramiento de rendimiento. Por ejemplo, G 3017 fué el genotipo más temprano de todos, aunque presentó un aceptable rendimiento (en el experimento B, ocupó el sexto lugar entre dieciseis entradas). Esto aparece relacionado con una alta y prolongada TCC. Rojo de Seda se destacó en varios parámetros del tamaño, particularmente aquellos que se relacionaron con el área foliar. JU 84-7 presentó una alta acumulación total de peso seco.

Eficiencia de polinización

Aunque en la mayoría de las condiciones el fríjol se presenta como de origen limitado, esto no excluye las limitaciones ocasionales introducidas debidas a problemas en la polinización, la fertilización u otros procesos esenciales para el establecimiento de vainas y semillas. Estudios anteriores en CIAT demostraron posibles ineficiencias en el mecanismo de autopolinización puesto que la sacudida artificial de las flores aumentó el número de semillas. Para evaluar mejor este efecto, se sometieron 10 cultivares al tratamiento de sacudida. Aparentemente la polinización natural fué más efectiva en este ensayo dado que se notaron solamente efectos ligeros en el establecimiento de vainas y semillas (tabla 9), y el establecimiento de vainas y semillas en los testigos fué generalmente mayor al encontrado en los mismos materiales en el ensayo anterior (Informe Anual de CIAT, 1984).

En contraste, en un intento para inducir un incremento medible del rendimiento en cuatro cultivares que se seleccionaron por problemas en la eficiencia potencial de la polinización, se obtuvieron incrementos del rendimiento hasta de un 15% mediante la sacudida diaria de las flores abiertas (tabla 10). Aparentemente la polinización natural es deficiente en ciertas condiciones, aunque el fenómeno es altamente variable.

Evaluación de los criterios de selección por potencial de rendimiento.

Existe una divergencia considerable de opiniones sobre la parte práctica del incremento del potencial de rendimiento a través de la selección de plantas individuales, particularmente cuando se utilizan criterios tales como índice de cosecha o peso seco de la planta. Para evaluar la efectividad de tales estrategias, se realizaron selecciones individuales en seis poblaciones F_2 de padres con semillas pequeñas, crema y negra. La tabla 11 presenta el rendimiento de semilla de las progenias F_4 resultantes. La selección visual sola, no produjo mejoramiento sobre la selección al azar en la F_2, y el índice de cosecha también se mostró como un criterio ineficiente. En cambio, las mediciones combinadas en el peso seco de la planta y el rendimiento por día dió como resultado un incremento sobre la selección al azar en 5 de los 6 cruces, sólo se presentó una omisión cuando se obtuvo una planta particular que presentó tanto un alto peso seco como rendimiento por día. Estos resultados demostraron que la selección individual de plantas en la F_2 es una técnica promisoria si se utilizan criterios cuantitativos.

Tabla 1. Respuesta de cultivares de fríjol a poblaciones de 10-90 plantas/m en espaciamiento de 0.3 y 0.6 m entre surcos. Para el semestre A, los datos son para BAT 477; para el semestre B, se utilizó el promedio de las líneas BAT 271, BAT 477 y BAT 881.

Espacio entre surcos	Población (plantas M-2)					
Semestre A:	5	10	20	40	60	80
	kg/ha					
0.3 m	2280	2550	2620	2670	2650	2600
0.6 m	2320	2300	2430	2350	2480	2410

Nivel de significancia del efecto:

Distancia	0.05
Población	0.05
Distancia x población	NS

Semestre B:	10	30	60	90
	kg/ha			
0.3 m	1870	2190	2030	2150
0.6 m	1900	1980	1970	2000

Nivel de significancia del efecto:

Distancia	0.05
Población	0.05
Distancia x población	NS

Tabla 2. Respuesta del rendimiento a las aplicaciones de N en bandas (como urea), aplicadas semanalmente a razón de 10 o 20 kg de N/ha en suelos humedecidos empezando 30 días después de la siembra. Los datos son promedio de las líneas BAT 881 y A 83.

Espacio entre surcos (m)	Nitrógeno aplicado (kg/ha)		
	0	10	20
	----------kg/ha----------		
0.3	2450	2280	2220
0.6	2070	2230	2230

Nivel de significancia del efecto:

Distancia	NS
Nitrógeno	NS
Distancia x Nitrógeno	0.001

Tabla 3. Materiales que presentaron rendimientos sobresalientes con espacios de 0.3 m entre surcos y con poblaciones de 30 plantas $m/^{2}$ en un ensayo con 81 líneas.

	Rendimiento de semilla	Hábito de crecimiento
85 VA 321	2790	2b
NAG 25	2780	2b
NAG 176	2670	2b
RAB 104	2660	2b
NAG 169	2650	2b
A 23	2610	2a
RAB 387	2610	2b
RAB 393	2560	2b
A 54	2550	2b
A 170	2490	2a
BAT 271[a]	2320	2b
BAT 881[a]	2070	2a
Promedio	2160	
$NDS_{.05}$	590	

[a] Mejores líneas de ensayos anteriores.

Tabla 4. Correlaciones entre peso de semilla y tamaño de la célula en diferentes tejidos de fríjol: área de la hoja primordial y componentes principales estimados a partir de tamaños de células del tejido. Datos para 15 accesiones incluyendo dos de la subsp. aborigineus

	Peso de semilla	Polen	Endodermis de raíz	Endodermis de hipocótilo	Célula guarda	Mesófilo empalizada
Polen	.71**					
Endodermis de raíz	.81**	.64**				
Endodermis de hipocótilo	.18	.33	.36			
Célula guarda	.67**	.29	.28	-.35		
Mesófilo de empalizada	-.65*	-.69**	-.66*	-.59*	-.08	
	.88**	.84**	.78**	.29	.38	-.78**
1er componente principal	-.91**	-.48	-.50	-.25	-.25	.46
2o. componente principal	.28	.00	-.05	-.61*	-.63*	.32

*,** Significativo en niveles de P = 0.05 y 0.01, respectivamente

Tabla 5. Rendimiento y días a madurez de 8 líneas en fotoperíodo natural (12.5 horas) y prolongado (13.5 horas), con o sin espalderas para prevenir el volcamiento.

Cultivar	Fotoperíodo (horas)			
	12.5		13.5	
	Rendimiento	Días a madurez	Rendimiento	Días a madurez
	kg/ha		kg/ha	
Sin espalderas:				
BAT 450	2338	78	2439	82
DOR 49	2335	78	2398	80
G 2959	2333	78	2307	80
G 3807	1590	72	1785	75
G 17648	1550	75	1236	83
JU 78-12	2185	79	1985	80
JU 80-13	2046	80	2225	82
XAN 112	2038	74	1686	78
Promedio	2052	77	2008	80
Con espalderas:				
BAT 450	2324	82	2598	83
DOR 49	2304	79	2381	82
G 2959	1912	78	2800	82
G 3807	1731	73	1562	76
G 17648	1882	84	2913	88
JU 78-12	2694	86	3200	85
JU 80-13	2073	82	2121	83
XAN 112	2043	77	2106	78
Promedio	2115	80	2460	82

Tabla 6. Crecimiento y parámetros de eficiencia para 16 genotipos representando un rango de días a madurez. Experimento A.

Genotipo	DF	DPM	PFP	PLT/	VAINA/ PLT	SEMILLA/ VAINA	G/ 100 s	HI	RENDI-MIENTO	RENDIMIENTO/ DIA	CGR 20 d	CGR 30 d	CGR 40 d	NAR 30 d
	días	días	días	m^{-2}				%	kg/ha^{-1}	$kg/ha^{-1}d^{-1}$	$gm^{-2}d^{-1}$	$gm^{-2}d^{-1}$	$gm^{-2}d^{-1}$	$gm^{-2}d^{-1}$
G 3017	29.2	57.3	28.2	13.9	10.3	3.88	16.3	58	872	15.5	4.61	4.85	2.58	3.95
Pata de Zope	30.5	57.5	26.9	12.8	8.3	3.72	15.8	53	510	9.1	3.95	4.95	3.22	4.61
Rabia de Gato	31.4	60.3	28.9	14.1	11.1	4.20	17.7	56	990	16.2	5.92	7.49	4.93	4.99
Huetar	33.8	60.4	26.6	14.5	9.0	4.18	15.2	41	723	11.8	4.25	4.61	2.93	3.65
G 2858	31.8	62.9	31.1	13.3	8.8	2.92	30.0	55	864	13.7	5.64	6.63	5.23	4.36
XAN 145	37.7	63.2	26.5	14.4	10.1	3.73	14.8	56	983	15.6	5.55	6.87	4.48	4.58
Desarrural	33.5	63.9	30.4	13.5	7.6	3.62	21.5	53	848	13.2	5.14	5.62	4.57	3.13
Rojo de Seda	38.0	64.3	26.3	11.8	10.9	3.57	23.3	54	901	14.1	6.34	8.56	6.27	4.46
XAN 112	36.1	65.2	29.1	12.2	10.4	3.59	17.5	51	750	11.6	4.65	6.05	4.69	5.11
Rojo Nacional	37.2	64.9	27.7	12.1	9.6	3.48	16.0	55	679	10.5	4.05	4.56	3.39	3.34
BAT 41	35.6	64.5	28.8	13.6	8.1	3.70	13.8	49	823	12.8	4.77	5.60	4.19	3.65
JU 84-7	36.3	66.2	29.9	13.5	15.0	4.80	17.3	57	1555	23.3	4.99	7.96	8.47	5.20
BAT 304	35.9	68.1	32.2	15.0	15.1	5.07	17.8	61	1887	27.7	6.76	9.99	9.03	5.53
Negro Huast. 81	39.2	70.0	30.9	14.7	11.7	4.91	17.8	54	1315	18.9	4.80	6.92	6.19	5.06
ICTA-Quetzal	39.5	72.7	33.1	12.8	11.4	4.51	14.2	50	941	12.8	5.58	8.58	7.95	5.21
A 321	38.2	73.9	35.7	15.4	11.8	4.37	32.9	62	2445	33.1	6.23	9.14	9.68	4.01
$\bar{X}$	35.2	64.7	29.5	13.6	10.6	4.02	18.9	54	1068	16.2	5.20	6.77	5.49	4.43
D.E.	3.2	4.8	2.6	1.1	2.2	0.59	5.5	5	503	6.6	0.84	1.72	2.24	0.74
Correlación con peso de semilla											0.49	0.37	0.42	

Tabla 7. Crecimiento y parámetros de eficiencia para 16 genotipos representando un rango de días a madurez. Experimento B.

Genotipo	DF	DPM	PFP	PLT/	VAINA/ PLT	SEMILLA/ VAINA	G/ 100 s	HI	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO/ DIA	CGR 20 d	CGR 30 d	CGR 40 d	NAR 30 d
	días	días	días	m^{-2}				%	kg/ha	kg/ha d^{-1}	$gm^{-2}d^{-1}$	$gm^{-2}d^{-1}$	$gm^{-2}d^{-1}$	$gm^{-2}d^{-1}$
G 3017	28.5	55.9	27.4	16.6	17.6	4.69	21.9	66	2616	47.2	9.75	13.1	14.12	4.26
Pata de Zope	29.1	56.0	26.9	15.8	13.8	4.64	22.2	55	2364	42.1	11.54	14.5	10.78	4.26
Rabia de Gato	30.7	58.0	27.2	16.2	16.1	4.25	22.6	60	2509	43.1	11.84	16.0	11.75	4.91
Huetar	32.2	57.9	25.7	16.5	15.4	4.74	19.0	62	2034	35.3	10.72	13.8	9.89	4.13
G 2858	29.6	63.0	33.4	17.1	13.9	3.10	38.5	56	2410	38.2	11.59	14.4	11.00	4.80
XAN 145	33.9	64.9	30.9	15.8	18.3	4.57	19.4	57	2427	37.5	10.44	13.7	11.44	4.20
Desarrural	31.7	65.1	33.3	16.2	15.2	4.13	28.4	65	2534	38.9	10.77	13.7	10.70	3.64
Rojo de Seda	34.3	65.8	31.5	15.7	10.1	4.77	31.3	55	2449	37.3	11.76	15.2	12.55	3.57
XAN 112	33.7	66.0	32.3	16.3	16.2	3.87	22.4	50	2064	31.3	9.49	10.3	8.62	3.40
Rojo Nacional	34.7	65.8	31.1	16.9	15.0	4.51	22.7	64	2490	37.8	9.05	11.7	10.29	3.45
BAT 41	33.3	65.2	31.9	16.3	17.9	4.94	19.5	58	2524	38.7	11.00	13.6	11.35	3.70
JU 84-7	32.9	63.1	30.2	16.2	17.9	5.39	22.4	61	3128	49.3	11.19	16.4	14.14	4.79
BAT 304	32.3	67.5	35.2	16.5	19.3	5.49	23.7	61	2916	43.1	11.26	15.1	14.16	4.03
Negro Huast. 81	37.2	69.7	34.5	16.9	12.0	6.21	23.0	52	2687	38.7	9.51	13.1	13.97	3.51
ICTA-Quetzal	37.0	70.6	33.6	16.3	16.5	5.52	21.2	54	3048	43.3	8.97	12.8	13.93	3.48
A 321	35.5	74.0	38.5	15.4	17.9	4.86	35.8	61	3467	46.9	10.55	12.8	13.08	3.02
$\bar{X}$	32.9	64.3	31.4	16.2	15.8	4.75	24.6	59	2604	40.6	10.59	13.8	11.98	3.95
D.E.	2.6	5.2	3.3	0.5	2.5	0.72	5.8	5	376	4.8	0.96	1.54	1.76	0.56
Corr. con peso de semilla											0.33	0.10	0.04	

Tabla 8. Correlaciones de crecimiento y parámetros de eficiencia con días a madurez fisiológica y rendimiento en dos estaciones de siembra.

Carácter	Experimento A		Experimento B	
	DMF	Rendimiento	DMF	Rendimiento
	días	kg/ha	días	kg/ha
Peso seco máximo total (g/m^2)	0.79***+	0.87***	0.66**	0.87***
	0.60*	0.81**	0.11	0.81**
Duración del área foliar	0.86***	0.83***	0.87***	0.72**
	0.76**	0.62*	0.69*	0.41
Nudos totales a madurez (n/m^2)	0.55**	0.21	0.43	0.21
	0.59*	0.07	0.47	0.05
Longitud máxima del tallo (cm)	0.68**	0.83***	0.68**	0.81***
	0.74**	0.59*	0.50	0.65*
Altura máxima (cm)	0.52*	0.35	0.47	0.29
	0.15	0.40	0.05	-0.12
Area foliar máxima total (m^2/m^2)	0.79***	0.78***	0.79***	0.64**
	0.54	0.51	0.59*	0.42
Rendimiento/día (kg/ha/día)	0.58*		-0.03	
	0.28		-0.48	
Indice de cosecha (%)	0.25	0.64**	-0.29	0.19
	0.05	0.40	-0.28	0.39
Tasa de crecimiento del cultivo (g/m^2/día)++	0.67**	0.75***	-0.34	0.21
	0.42	0.68*	-0.31	0.57
Tasa de asimilación neta (g/m^2/día)	0.28	0.30	-0.71**	-0.19
	0.04	0.44	-0.56	0.40
Tasa de crecimiento relativa del cultivo (g/g/día)	0.61*	0.50*	-0.27	0.18
	0.31	0.60*	-0.23	0.65*
Período de llenado vainas (días)		0.74**		0.61*
		0.35		0.12

*, **, *** significativos en niveles de p = 0.05, 0.01 y 0.001, respectivamente.

\+ Datos en la parte superior representan correlaciones con base en 16 genotipos, los inferiores representan correlaciones entre 12 genotipos, eliminados 4 considerados de maduración tardía.

++ Tasas a los 30 días después de la emergencia.

Tabla 9. Respuesta de 10 líneas de fríjol a la sacudida artificial de flores. Con base en 20 inflorescencias x 4 replicaciones. Los datos se presentan como media del tratamiento control (Control = sin sacudir) y las diferencias entre las flores sacudidas y los controles (cambio).

Línea	Semillas/vaina		Vainas/infloresc.		Semillas/inflor.	
	Control	Cambio	Control	Cambio	Control	Cambio
A 429	4.9	.07	1.6	.09	8.0	.56
BAT 1281	5.3	.24	1.3	-.14	7.1	-.41
A 200	4.3	-.05	1.1	.10	4.6	.22
A 463	4.1	.19	1.7	-.08	7.0	-.04
BAT 1061	6.4	-.52	1.6	-.08	7.0	-.04
BAT 477	6.1	.12	1.4	.02	8.5	.25
A 227	4.5	.70	1.6	-.23	8.2	-.61
BAT 202	5.3	-.33	1.6	-.23	3.1	-1.25
A 120	4.7	-.44	0.7	-.22	3.1	-1.25
BAT 1297	4.5	-.26	1.3	-.02	5.9	-.22
Promedio	5.0	-0.28	1.4	-.03	7.0	-.16
NDS.05	.4	.59	.4	.39	2.4	1.64
F	35.5**	3.3*	5.4*	1.13	6.2**	3.8**

Table 10. Respuesta del rendimiento en 4 genotipos de fríjol sometidos a sacudidas artificiales de las flores durante los 10 primeros días de floración.

Genotipo	Rendimiento		No. de semillas	
	Control	Sacudida	Control	Sacudida
	-------kg/ha---------		---------m^{-2}---------	
BAT 477	2430	2450	1150	1370
BAT 1481	2510	2890	1500	1590
Diacol Calima	1360	1570	240	270
G 1540	1400	1390	580	600
Significancia de efecto de:				
Tratamiento	.01		.05[a]	
Línea x Tratamiento	NS		NS	

[a] Calculado para el logaritmo del número de semillas

Tabla 11. Rendimiento promedio de semilla (g/parcela) en progenies F_4 a partir de selección de plantas plantas individuales con base en diferentes criterios de selección. IC = Indice de cosecha, PS = Peso seco de la planta; R/D = rendimiento/día; VIS = chequeo visual.

Rendimiento	Criterios de selección										
	1	2	3		Selección visual más				Azar	progenitores	
Cruce	IC	PS	R/D	Vis.	1+2	1+3	2+3	1+2+3	(F_2)	Femenino	Masculino
A 429 x XAN 112	266 (20)	312 (10)	283 (3)	270 (62)	-	-	287 (13)	-	258 (55)	268	256
A 429 x Chichicaste	238 (8)	371 (1)	-	248 (20)	292 (1)	-	319 (4)	291 (4)	234 (58)	268	253
A 429 x Pata de Zope	258 (16)	286 (9)	-	269 (23)	-	258 (2)	317 (4)	-	264 (54)	268	259
DOR 41 x Aguascal. 92	250 (3)	-	-	247 (10)	-	247 (1)	221 (1)	292 (2)	245 (56)	399	201
A 429 x Pecho Amarillo	253 (21)	253 (9)	-	263 (128)	-	-	282 (9)	-	257 (55)	268	258
A 429 x DOR 44	237 (22)	-	263 (10)	262 (63)	-	-	273 (5)	326 (1)	254 (56)	268	355

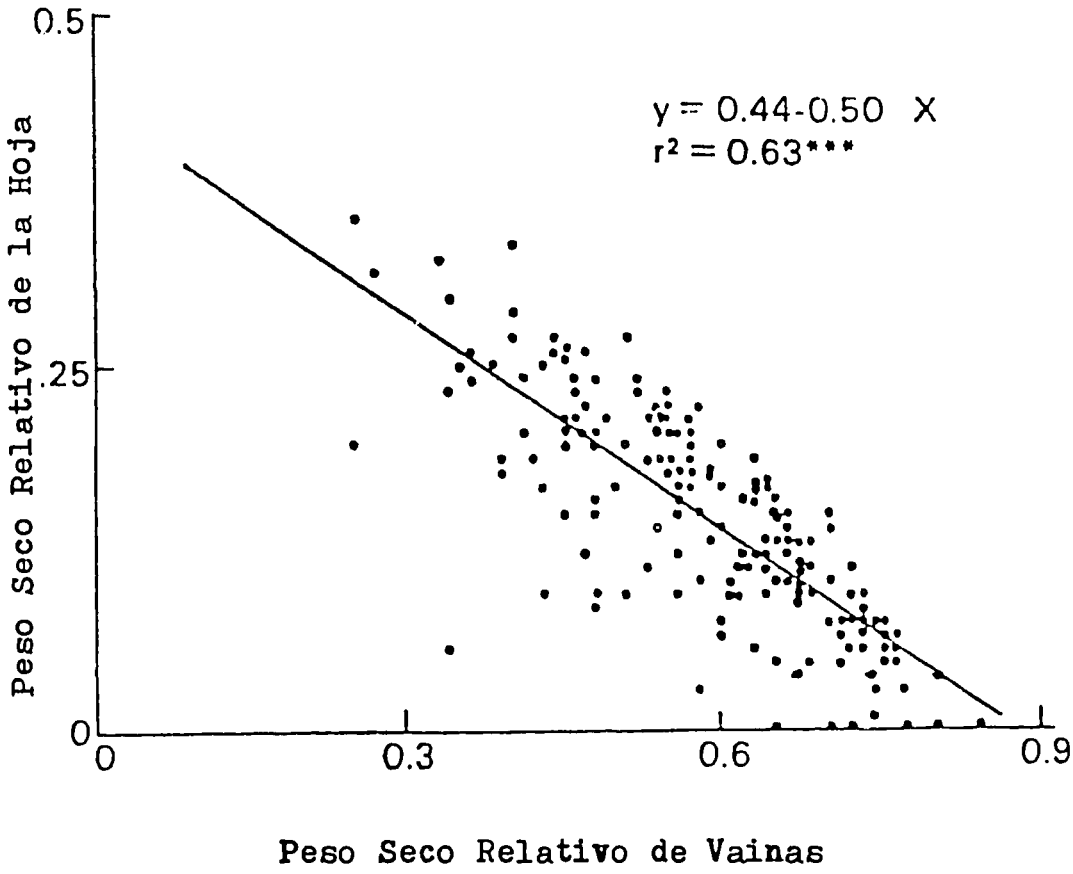


Figura 1. Relación entre peso seco de hojas y vainas de G 45 23 expresados con relación al peso seco total de la planta. Variación en el establecimiento de vainas mediante tratamientos de poda de vainas en 3 fechas.

5. Adaptación a temperatura-fotoperiodo

Tamizado de rutina

Se continuó la evaluación del tamizado de la respuesta de floración al fotoperiodo en Palmira, utilizando días con duración artificial de 18 horas para retrasar la floración (véase informe anual de CIAT 1977). Se evaluaron aproximadamente 600 accesiones de germoplasma, en 1986, como parte de un esfuerzo continuo para caracterizar las respuestas del germoplasma en las diferentes regiones de la producción de fríjol.

Para corresponder al interés en la utilización de cruces interespecíficos de introducir características deseables en Phaseolus vulgaris, se evaluaron también 70 accesiones de otras tres especies de Phaseolus. Se destacaron P. acutifolius y P. coccineus por sus altos niveles de sensibilidad (tabla 1), lo que indica que la sensibilidad es una característica ancestral común. Los trabajos con cruces interespecíficos ayudarían a resolver los problemas de sensibilidad al fotoperiodo.

Respuesta de la floración a día largo

La respuesta típica al día corto de los cultivares de fríjol hace difícil explotar la madurez retrasada como un camino para obtener un mayor rendimiento en condiciones del trópico. Sinembargo, unos cuantos estudios han señalado la posible respuesta al día largo en algunos cultivares. Con esta clase de respuestas, los días de duración cortos de las áreas tropicales podrían retrasar la floración, causando entonces madurez más tardía. La comparación de cinco líneas indeterminadas de semilla negra seleccionadas por su reacción diferente al fotoperiodo indicó una respuesta al día largo para los tratamientos de 11 vs 15 horas (tabla 2). Aunque el retraso fué solamente de tres a seis días, este es suficiente para aumentar el rendimiento en forma significativa. Sinembargo, fallaron los intentos posteriores para demostrar una respuesta al día largo utilizando el sistema de tamizado convencional. En la evaluación de 20 materiales los cuáles habían presentado anteriormente floración acelerada en el tratamiento de 18 horas, ninguno de estos materiales mostró esta respuesta en las evaluaciones de este año. Aparentemente, las evaluaciones ocasionales en el campo indican que una respuesta al día largo refleja simplemente un error de medición inherente al sistema de tamizado.

Efectos del día corto en la elongación del tallo

Aunque las líneas mejoradas se desempeñan bien en condiciones del monocultivo en América Central, existe evidencia de que algunas líneas no se adapten bien al segundo semstre en el cultivo relacionado con maíz. Una explicación posible es que los materiales mejorados carecen de una respuesta al día corto para la elongación del tallo o la capacidad de enredarse. Para evaluar esto, se sembraron cinco cultivares de semilla negra bajo días con duración de 11 y 15 horas, se midió la elongación del tallo a los 29 días. G 2997 y DOR 44,

materiales que se desempeñaron bien en cultivos relacionados, presentaron la mayor diferencia en la elongación (tabla 3). Un ensayo subsecuente de 11 horas luz con o sin un tratamiento de 0.5 horas de luz roja como una pausa nocturna dió como resultado respuestas similares. Lo que indica que la respuesta está regulada por un fitocromo.

Tabla 1. Respuesta de la floración al fotoperiodo en P. acutifolius, P. coccineus, y P. lunatus.

	Número de entradas con respuesta de:								
	1[a]	2	3	4	5	6	7	8	Total
P. acutifolius	0	0	1	0	0	1	0	18	20
P. coccineus	0	0	0	0	0	1	0	29	30
P. lunatus	7	2	0	0	C	1	0	10	20

[a] Clasificación de respuestas de fotoperíodo donde: 1 = 0 a 3 días de retraso en la floración bajo 18 horas de duración del día, 2 = 4-9 días, 3 = 10-19... 8 = sin floración 100 días después de la siembra.

Tabla 2. Días de floración bajo duración del día de 11 y 16 horas en cámara de crecimiento.

	11 horas	15 horas	Retraso
	----------días----------		
G 5474	44.0	40.5	-3.5
JU 80-11	47.0	41.7	-6.3
G 2997	33.8	33.8	0.0
G 17650	40.3	45.0	4.7
DOR 44	43.8	40.3	-3.5

Análisis de Varianza:

	F
duración del día	0.74
Cultivares	4.32
Interacción	15.41**

** Significante a nivel p = 0.01.

Tabla 3. Longitud del tallo de cinco cultivares de 29 días de edad bajo dos duraciones del día.

Cultivar	11 horas	15 horas	Cambio en longitud	
	----------cm----------			-%-
G 17650	112.3a*	105.2a	-7.1	-7
G 2997	87.8 b	57.0 b	-30.8	-54
DOR 44	63.3 c	46.2 b	-17.1	-37
G 5474	40.2 d	46.7 b	+6.5	+14
JU 80-11	32.2 d	26.5 b	-5.8	-22

* Los valores que presentan la misma letra dentro de una columna no difieren al nivel de p = 0.05 para la prueba de Duncan.

Floración inducida enlos cultivares Andinos

La utilización del germoplasma Andino en los programas de mejoramiento se ha obstaculizado por el defecto de algunas accesiones para florecer en ambientes con temperaturas más altas o fotoperiodos largos. Los estudios de respuesta al fotoperiodo indicaron que la floración puede inducirse en CIAT Palmira (temperatura promedia 24°C) mediante el uso de fotoperiodos muy cortos. Esto se comprobó en la comparación de la floración en cinco cultivares de fríjol. En las condiciones del control que consistían en duraciones naturales del día y temperatura ambiente, los cultivares E 605 y Mortiño no florecieron, aunque con una duración del día de seis horas (implementada mediante el movimiento de las macetas entre una pieza oscura y un patio al aire libre), ellas florecieron en 41 y 40 días respectivamente (tabla 4). El establecimiento de vainas fué adecuado según se comparó con otros cultivares, lo que indica que los posibles problemas de infertilidad del polen u otros efectos adversos de las temperaturas cálidas no son importantes. Un experimento subsecuente demostró que un tratamiento de dos semanas de día corto dió como resultado formación de yemas florales, aunque las yemas se cayeron en el desarrollo posterior. La técnica también permitiría el trabajo de la multiplicación de materiales sensibles al fotoperiodo en condiciones de cuarentena en sitios cálidos.

Tabla 4. Floración y establecimiento de vainas de cinco cultivares de fríjol bajo duración natural del día y días de seis horas en CIAT Palmira.

	Cultivar				
Tratamiento	Diacol Calima	ICA Tundama	E 605	Diacol Andino	Mortiño
Días a floración:					
Control	29	42	0	37	0
Duración día 6 horas	27	36	41	31	40
Vainas/planta					
Control	14	10	0	13	0
Duración día 6 horas	12	16	13	14	9

6. Tolerancia a la sequía

Tamizado por tolerancia a la sequía

Durante 1986 vió el énfasis a la evaluación del rendimiento del germoplasma promisorio y a los primeros materiales mejorados en CIAT específicamente por tolerancia a la sequía. El tamizado preliminar se llevó a cabo bajo un estrés moderado en el primer semestre, en tanto que un tiempo seco excepcional (menos de 30 mm de lluvia desde el establecimiento hasta la mitad del llenado de las vainas tanto en Palmira como en Quilichao) permitieron la evaluación bajo niveles altos de estrés en el segundo semestre.

En el estado I de tamizado (156 materiales), el resultado más interesante fué el desempeño sobresaliente de tres líneas de P. acutifolius enviadas por la Universidad de California en Davis (tabla 1). El hecho de que ellos presentaran el rendimiento más alto en ambas localidades fué una clara demostración de su tolerancia a la sequía. Indudablemente parte de su superioridad se debe a su maduración tardía externa bajo sequía. Aún permanece la pregunta de si el tamaño de la semilla tan pequeño (menos de 0.1 g) se relaciona de alguna manera con la tolerancia a la sequía. Establecidas las correlaciones conocidas entre el tamaño de la semilla y el tamaño de las células, y el tamaño de las células y la tolerancia a la sequía, no sería difícil que se perdiera alguna parte de la tolerancia de los materiales de acutifolius al ser incorporada en los materiales con semilla grande.

Varios materiales que se mejoraron por tolerancia a la sequía presentaron un mejor desempeño que los testigos tolerantes BAT 477 y G 17722 en una de las dos localidades, aunque sólo TY 3331-1 fué superior en ambos sitios. Esto es consistente con las impresiones anteriores de que aún cuando el mejoramiento del rendimiento convencional permitiría la incorporación de los niveles existentes de tolerancia en las diferentes bases genéticas, al alcanzar niveles más altos de tolerancia se pondrán a prueba muchos retos.

En el estado 2 del tamizado (72 líneas), se observó que RAB 141 y G 2447 fueron especialmente promisorias (Tabla 2). Los intentos para identificar materiales de semilla grande con buena tolerancia no tuvieron éxito, y también fué obvio el problema de la identificación de materiales con tolerancia sobresaliente en ambas localidades.

Los materiales del tamizado a partir del estado 2, se utilizarán para conformar un nuevo ensayo de rendimiento internacional de sequía. Sinembargo, dada la importancia de la adaptación local que se notó en los ensayos internacionale anteriores, se espera que los programas nacionales pongan el mayor énfasis para desarrollar estrategias de selección por tolerancia en sus condiciones locales.

Mecanismos de tolerancia a sequía

Dada la importancia de adaptación local en la determinación de los niveles de tolerancia a sequía, se ha dado una mayor importancia a

la ayuda que se da a los programas nacionales en las investigaciones de los mecanismos de tolerancia. Se inspeccionaron los ensayos cerca de Goiania, Brasil (CNPAF) y Durango, México (INIFAP). Los modelos básicos de respuesta del potencial hídrico de la hoja la conductancia estomática y la temperatura del follaje en el Brasil, fueron similares a los observados en las instalaciones de CIAT, con plantas bajo estrés que mostraron una gran depresión (-1.0 MPa) en el potencial hídrico, al mediodía, acompañado por aumento de la resistencia estomática y la temperatura del follaje. En contraste, en las condiciones observadas en Durango, las plantas bajo estrés presentaron solamente una pequeña disminución o caída de -0.1 a -0.1 MPa en el potencial, en tanto que las plantas que no estaban bajo estrés alcanzaron un valor de -0.6 MPa. La resistencia estomática y la temperatura del follaje en las parcelas en condiciones de sequía excedieron a las parcelas sin condiciones de estrés. Aparentemente, los cultivares que se adaptaron al área de Durango siguieron una estrategia extrema de conservación de agua al costo de minimizar la fotosíntesis.

El desempeño sobresaliente de tres líneas de P. acutifolius en el tamizado de rutina resaltó la importancia de la comprensión del valor de la precocidad en el tamizado para sequía. Se analizaron los datos de días a floración y madurez para los ensayos de tamizado de 1983 en adelante (Tabla 3). Aunque la precocidad fué ventajosa en la mayoría de los ensayos, la intensidd y la dirección de las correlaciones variaron ampliamente.

Tabla 1. Mejores entradas en Palmira y Quilichao en el tamizado al Estado I (156 líneas por su tolerancia a sequía.

Línea	Tamaño semilla	Palmira		Quilichao		Media Geométrica
		Rendimiento	Madurac.	Rendimiento	Madurac.	
		kg/ha	días	kg/ha	días	kg/ha
Mejores en Palmira:						
L172	S	2070	61	890	67	1360
L174	S	1760	62	760	66	1160
L169	S	1460	66	840	67	1110
TY 3388-8	S	1100	80	120	77	360
TY 3331-1	M	1060	75	760	70	900
BF 2570-1	M	1010	84	270	76	520
MX 3020-1	S	990	76	100	69	310
BAT 477	S	980	78	295	72	540
TY 3424-4	S	970	74	250	70	490
FEB 4	S	960	79	280	75	520
Pirata	M	950	85	370	75	590
TY 3355-1	L	910	80	430	70	630
Mejores en Quilichao:						
L172	S	2070	61	890	67	1360
L174	S	1760	62	760	66	1160
L169	S	1460	66	840	67	1110
TY 3331-1	M	1060	75	760	70	900
TY 3355-3	S	440	83	570	73	500
TY 3424-3	S	690	76	540	70	610
TY 3355-2	S	910	80	530	71	690
TY 3355-5	S	590	80	530	70	560
MITAL 226	S	390	82	530	75	450
PVA 957	L	300	74	520	70	390
MX 3004-8	S	570	74	520	71	540
TY 3419-10	S	300	78	520	69	390
Bico de Ouro	S	280	79	510	70	380
Testigos tolerantes						
BAT 477	S	980	78	295	72	540
G 17722	M	640	82	203	74	360
Promedio		440	80	240	73	

Tabla 2. Mejores entradas por tolerancia a sequía en el tamizado al estado II en Palmira y Quilichao.

Línea	Tamaño semilla	Palmira		Quilichao		Media Geométrica
		Rendimiento	Madur.	Rendimiento	Madur.	
		kg/ha	días	kg/ha	días	kg/ha
Mejores en Palmira:						
A 114	S	1240	87	100	75	350
G 5070	S	1050	83	310	76	570
RAB 141	S	1934	75	500	82	720
G 17722	M	990	84	270	72	520
G 2447	S	990	81	550	72	740
BAT 85	S	950	80	320	72	550
G 1197	S	950	82	360	73	550
BAT 477	S	950	79	390	73	610
G 259	S	920	83	260	76	490
		0				
Mejores en Quilichao:						
G 110	S	340	83	630	72	460
A 97	S	320	82	560	73	420
G 5215	S	630	77	550	74	590
VABRA 386	S	230	80	540	72	350
VABRA 379	S	470	84	530	75	500
BAT 1289	S	370	81	520	72	440
FEB 15	S	290	82	500	73	380
A 195	S	490	75	480	70	480
		0				
		0				
Testigos tolerantes:						
BAT 477	S	950	79	390	73	610
G 17722	M	990	84	270	72	520
Promedio		510	82	320	74	
N.D.S.		330	4	140	3	

Tabla 3. Efectividad de la precocidad como una fuente de tolerancia a sequía según se estableció mediante correlaciones entre el rendimiento y días a floración o madurez.

Ensayo	Sitio	Promedio Rendimiento	No. de entradas	Correl. con rendim. Florac.	Madurez
8427	Palmira	1650	72	-.21	-.39**
8450	Palmira	1320	144	-.20*	-.22*
8446	Palmira	1080	72	-.04	-.18
8447	Quilichao	820	72	.22	-.17
8520	Palmira	600	72	.17	.30**
8521	Quilichao	2200	72	.40**	.08
8535	Palmira	2160	240	.14	-.24*
8536	Quilichao	2440	240	.21*	.29**
8618	Palmira	440	156	-.38**	-.51**
8619	Quilichao	240	156	-.38**	-.53**
8620	Palmira	510	72	-.03	-.11
8621	Quilichao	320	72	-.42**	-.34**

*,** Significantes en niveles de p = 0.5 y p = 0.1, respectivamente.

7. Tolerancia a Suelos Acidos

Durante 1986 se continuó con el tamizado ("screening") de líneas codificadas y avanzadas de fríjol por eficiencia a bajo fósforo y tolerancia a alta saturación de aluminio (mayores al 50%), con experimentos diseñados en látice modificado, en el campo. El manejo del tamizado demuestra, con base en los resultados generados a través de 8 años, que la variabilidad genética del fríjol para estos caracteres de eficiencia (bajo P) y tolerancia (alto Al), es baja, lo que en parte ha dificultado avanzar en la obtención de buen número de líneas de fríjol con estos caracteres. Además las observaciones a través del tiempo hacen pensar que los mecanismos de eficiencia y tolerancia en el fríjol son diferentes.

En CIAT-Quilichao, fueron tamizadas líneas codificadas de hábito II y III, de fríjoles arbustivos negros y rojos pequeños para la América Central y el Caribe. Además teniendo en cuenta los hábitos, se incluyeron para el tamizado, líneas avanzadas de fríjoles arbustivos del EP/84, VA/84 y EP/85.

El tamizado consiste de los tratamientos: (1) sin estrés, aplicando 120 kg/ha de P como Superfosfato Triple y 2 ton/ha de cal dolomítica; (2) estrés de P, aplicando 12 kg/ha de P y 1 ton/ha de Cal Dolomítica; (3) estrés de Al, con 60 kg/ha de P y sin cal (los efectos residuales de aplicaciones anteriores de cal dieron cantidades por arriba de 50% en la saturación de Al, al inicio del experimento). Las aplicaciones de Nitrógeno, Potasio, Azúfre, Boro y Zinc, se adicionaron para que estos nutrimentos no limitaran el rendimiento; además se hizo protección contra el ataque de plagas y enfermedades.

Para el grupo de fríjoles de Hábito II, se utilizó la línea Brasilera Rio Tibaji, como stándar y patrón de comparación y para hábito III, la línea Carioca.

Aquellas líneas de cada grupo (Hábito II, III), que rindieron mejor que Río Tibaji y Carioca, respectivamente, bajo estrés de fósforo, lo mismo que los rendimientos de grano sin estrés, se presentan en el Cuadro 1 y 2; en el Cuadro 3 y 4, aparecen las líneas de ambos grupos (II,III) que mostraron tolerancia al Al, junto con sus rendimientos con y sin estrés por Al. Se utilizó el paquete "GENSTAT" para el análisis de los resultados.

El análisis de los componentes de rendimiento, de líneas de fríjol bajo estrés de P, demostró que el número de vainas por planta es el componente más afectado por el estrés y que consistentemente, la variedad Carioca, tendió a mantener el mayor número de vainas/planta, respecto a líneas ineficientes como ICA Pijao, en las siembras consecutivas de fríjol, Cuadro 5.

El análisis de longitud de raíces (cm), en líneas de fríjol en estrés de P bajo condiciones de humedad normal y déficit de agua, en diferentes etapas de crecimiento, indican que no hubo diferencias significativas entre la línea eficiente Carioca y la ineficiente a bajo P, ICA Pijao (Cuadro 6). En principio, la longitud de raíces de

fríjol como parámetro morfológico para seleccionar líneas eficientes a bajo fósforo, tiene menos importancia que el mismo parámetro utilizado para seleccionar líneas tolerantes al estrés por Aluminio, donde las líneas que más desarrollan su sistema radicular son las tolerantes que superaron en el suelo el Al^{+++} intercambiable presente, complementando además que merece especial cuidado la consideración de la deficiencia de Calcio que simultáneamente ocurre en el suelo con la toxicidad de Al; al respecto se han incluído resultados de Popayán, en fríjol en el informe anual 1985.

Cuadro 1. Rendimientos promedios en kg/ha de líneas de fríjol de Hábito II, con el mejor comportamiento con estrés de P (12 kg/ha).

	Hábito II	
Línea	Rendimiento sin estrés	Rendimiento con estrés de P
BAT 1467	3228	1205
XAN 78	3153	1275
XAN 198	3372	1149
G 4454	2923	1204
NAG 1	3458	1339
BAT 1432	3066	1574
NAG 183	3715	1176
NAG 160	3176	1191
A 283	3182	1105
NAG 161	3464	1203
NAG 39	3354	1176
NAG 200	2968	1158
NAG 199	3470	1376
G 4830 (Testigo)	2806	1003
CV(%)	8.7	36

Cuadro 2. Rendimientos promedios en kg/ha de líneas de fríjol de Hábito III, con el mejor comportamiento en estrés de P (12 kg/ha P).

	Hábito III	
Línea	Rendimiento sin estrés	Rendimiento con estrés de P
BAT 271	2979	1409
RAB 404	2867	1359
RAB 379	2061	1046
NAG 177	3224	1236
NAG 195	2828	1257
G 11893	2392	1204
G 4017 (Testigo)	3024	965
CV (%)	11.9	25

Cuadro 3. Rendimientos promedios en kg/ha de líneas de fríjol de Hábito II, con el mejor comportamiento en estrés de Aluminio (50% saturación Al).

	Hábito II	
Línea	Rendimiento sin estrés	Rendimiento con estrés de P
NAG 202	3012	1405
BAT 1658	3050	1225
BAT 1647	3395	1614
NAG 199	3470	1379
BAT 1467	3228	1422
RAB 411	2469	1209
G 4000	2713	1435
NAG 200	2968	1446
NAG 51	3387	1426
G 4454	2923	1373
NAG 13	3421	1263
NAG 11	3733	1839
NAG 160	3176	1537
NAG 171	3081	1331
NAG 184	3017	1228
NAG 176	2767	1258
RAB 381	3025	1274
BAT 1432	3066	1206
NAG 204	3028	1331
G 4495	3029	1413
NAG 201	3044	1688
XAN 78	3153	1350
RAB 353	3110	1292
XAN 151	3501	1523
NAG 203	3185	1331
NAG 170	2969	1225
DOR 227	3198	1464
NAG 45	3137	1681
NAG 163	3230	1361
BAT 58	2769	1351
NAG 198	3198	1214
G 4830 (Testigo)	2806	1023
CV (%)	8.7	30.1

Cuadro 4. Rendimientos promedios en kg/ha de líneas de fríjol de Hábito III, con el mejor comportamiento en estrés de Aluminio (50% saturación Al).

	Hábito III	
Línea	Rendimiento sin estrés	Rendimiento con estrés de Al
FEB 17	3194	602
RAB 379	2061	444
DOR 344	2392	415
RAB 429	2501	434
DOR 342	1890	423
RAB 404	2867	503
RAB 367	2034	409
RAO 48	2572	485
RAB 440	2471	446
NAG 195	2828	541
BAT 271	2979	400
RABA 234	2472	452
RIZ 34	2329	401
RAB 441	2991	503
RAO 33	2368	491
RAB 388	2064	437
G 18244	2031	465
BAT 304	2165	477
RAO 34	3167	478
G 4017 (Testigo)	3024	180
CV (%)	11.9	49

Cuadro 5. Efecto del estrés de P (12 kg/ha de P), en el número de vainas por planta en cuatro cultivares de fríjol. Resultados de dos cosechas

	Cosechas	
Líneas	1	2
Carioca	10.2[a]	9.3[a]
G 4000	8.0[bc]	8.4[ab]
Puebla 152	9.1[ab]	8.8[a]
ICA Pijao	6.6[c]	6.8[b]

[a] Promedios con la misma letra no son diferentes significativamente al 5% con Prueba de Duncan.

Cuadro 6. Efecto del estrés de P (12 kg/ha de P), en la longitud de raíces (cm) en diferentes períodos de crecimiento de dos cultivares de fríjol.

Longitud Raíz	Etapa de crecimiento	Ensayo 1		Ensayo 2	
		Carioca	ICA Pijao	Carioca	ICA Pijao
Principal	20 días	10.1	10.2	12.4	14.1
	Floración	18.2	17.7	13.9	14.4
	Madurez Fisiol.	15.1	17.2	16.1	17.8
Secundarias	20 días	18.7	17.8	18.4	19.1
	Floración	29.1	30.2	20.6	22.0
	Madurez Fisiol.	20.8	23.7	21.8	24.3

Ensayo 1. Condiciones normales de humedad (457 mm durante cultivo).
Ensayo 2. Déficit de agua (200 mm durante cultivo).

8. Fijación de N

Mejoramiento para aumentar la fijación de nitrógeno

El programa de mejoramiento, para aumentar la fijación de nitrógeno en los materiales de semilla pequeña de América Central, continuó con algunos pequeños cambios en los métodos de evaluación y en los criterios de selección. Se realizaron evaluaciones preliminares de algunos materiales promisorios o de importancia para Africa, y se inició un programa de mejoramiento con base en retrocruzamiento y autofecundación.

En el CIAT Palmira, se avanzaron sin selección materiales F_1 y F_2 de 60 cruces realizados entre líneas RIZ y los materiales promisorios para América Central y el Caribe. En 1986 A, en Palmira y Popayán, se evaluó la progenie de trescientas selecciones de plantas individuales a partir de poblaciones F_3. Las selecciones se realizaron con base en el tipo de grano, vigor vegetativo y carga, cuando se cultivaron bajo un estréss moderado de N. Se evaluaron los materiales elites y uniformes (F_4 y F_5) en ensayos de rendimiento en Popayán y Santander en 1985 B, y en el CIAT-Palmira en 1986 A. Los criterios de selección fueron: nodulación en la etapa V3 y a mitad de la floración, el vigor, el tipo de grano y el rendimiento.

Aunque se han notado algunos avances en un mejor tipo de grano (especialmente entre los materiales de semilla roja y blanca), y de resistencia a enfermedades; en los últimos dos años el mejoramiento en las características de la nodulación y el rendimiento en la presencia de poco N mineral ha sido mínimo. Para esto existen dos razones posibles: (a) Que se han incluído algunos padres sin conocimiento previo de sus características de fijación de nitrógeno; y (b) en las estaciones existe una baja presión de selección para una buena fijación. El buen crecimiento del maíz y una línea de soya que no noduló en Santander y Palmira y la respuesta marginal al fertilizante de N en Popayán, comprobaron las altas tasas de mineralización en las tres estaciones. Aunque el cultivo previo con maíz o trigo disminuye los niveles iniciales de N mineral, esto no es suficiente para alcanzar una alta presión de selección. En los ensayos de campo de este semestre, el fríjol se sembró intercalado con el trigo en Popayán y con maíz en Palmira, en un intento de incrementar la presión de selección. Los materiales que entraron al EP se están evaluando por sus patrones de nodulación y rendimiento en condiciones de alto y bajo N mineral para identificar un rango más amplio de materiales con buena fijación, como también para ayudar en la selección de mejores padres.

En el programa de mejoramiento para el aumento de la fijación del nitrógeno, se hizo énfasis en los fríjoles indeterminados de semilla pequeña. Sinembargo, al comienzo de este año se decidió que se designaría alguna prioridad para los materiales destinados a Africa, que incluyen materiales de semilla mediana a grande, los determinados e indeterminados de tipo arbustivo.

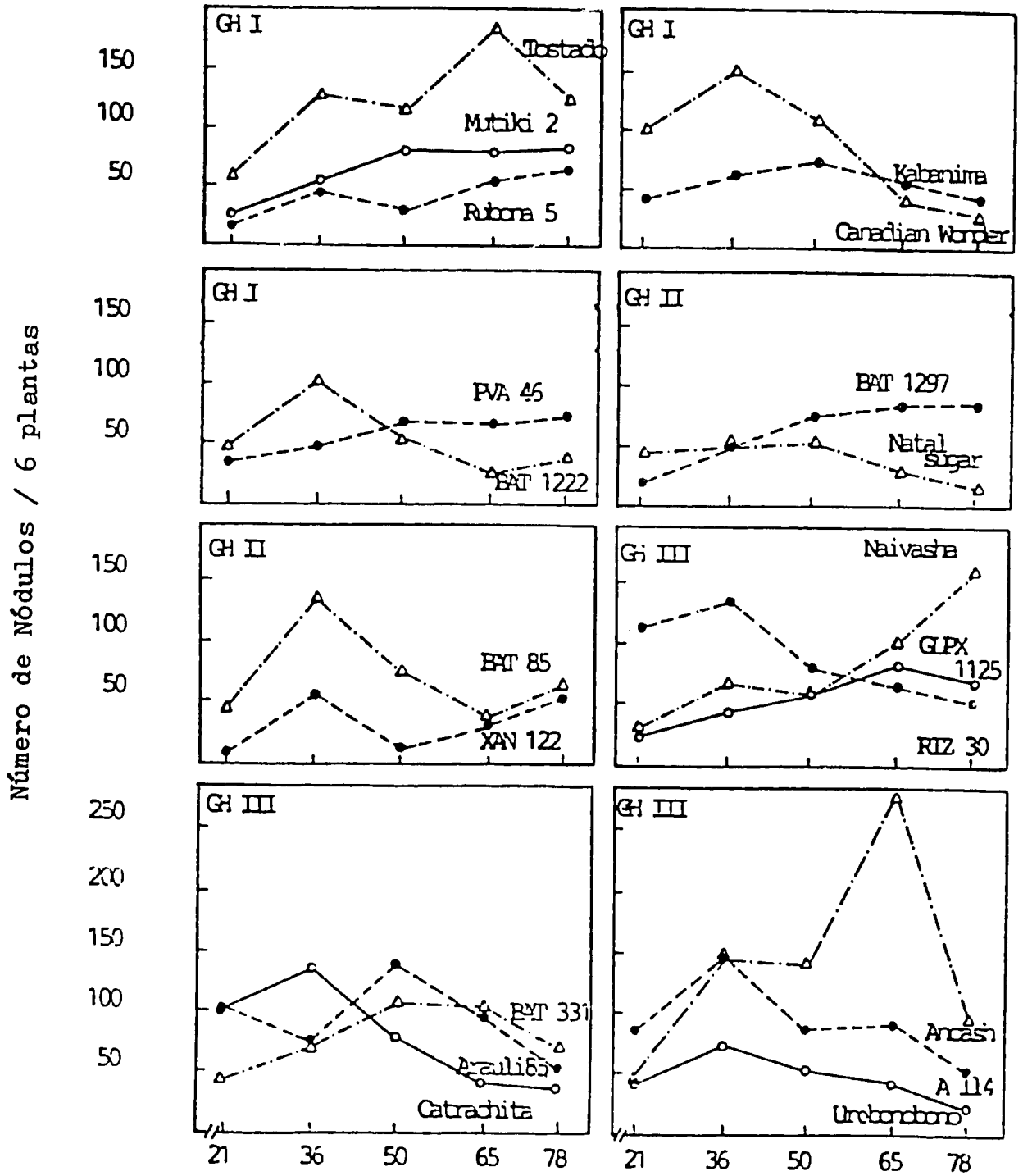
En Popayán, en 1986 A, se evaluaron los patrones de nodulación de 20 materiales, promisorios o con alguna importancia para regiones

específicas en Africa, con el fin de definir estrategias de mejoramiento para aumentar la fijación en estos materiales (Figura 1). Algunas líneas tales como Canadian Wonder, Catrachita y RIZ 30, presentaron una nodulación temprana buena, aunque hacia la mitad de la floración los nódulos ya se habían empezado a descomponer. Otras líneas tales como Ancash 66 y Tostado fueron excelentes en el ciclo de crecimiento más tardío. Entre los materiales con escasa nodulación se incluyeron Mutiki 2, Rubona 5, XAN 112, Natal Sugar y Kabanima. Es interesante anotar que el hábito de crecimiento presentó poca relación con el potencial de nodulación; una de las mejores líneas fue una determinada, hábito I, mientras que una de las otras fué de hábito IIIB. Cuando se realizaron algunas comparaciones entre variedades en Rwanda, Tostado noduló bien en tanto que Rubona 5 y Mutiki 2 presentaron pocos nódulos, estos resultados corroboran los datos obtenidos en Popayán.

Se inició un programa de retrocruzamiento para incorporar la nodulación temprana de la línea de CIAT RIZ 29 en el cultivar Africano Mutiki 2. El objetivo fué observar si este componente de fijación de nitrógeno puede incorporarse fácilmente, y si esto daría como resultado un mejoramiento general del desempeño en condiciones de bajo N mineral. Mutiki 2 es un cultivar procedente de Uganda, de semilla grande, hábito de crecimiento I el cual se encontró que era de escasa nodulación tanto en Rwanda como en Popayán, pero de otro lado es un cultivar promisorio.

Raíces de plántulas que se habían inoculado con cepas de R. phaseoli CIAT 166, 632 y 899, se examinaron a los quince días después de haber sido sembradas en arena. RIZ 29 ya ha desarrollado nódulos grandes y rojos, en tanto que Mutiki 2 tuvo solamente nódulos pequeños blancos. El cruce simple de Mutiki 2 x RIZ 29 presentó la siguiente segregación en cuanto a la nodulación de las plantas: 22 escasa; 55 media; y 23 con buena nodulación. El primer retrocruce a Mutiki 2 segregó un total de 38 escasa; 37 media; y 19 plantas con buena nodulación, lo que indica que este carácter se hereda en forma cuantitativa. Las plantas con buena nodulación se transplantaron y se retrocruzaron nuevamente con Mutiki 2. El segundo retrocruzamiento será evaluado de la misma manera y las líneas que combinen las características de Mutiki con una nodulación temprana serán multiplicadas para evaluaciones de campo. Este carácter tiene la ventaja de ser de fácil selección, aunque solamente sea un componente de la fijación de N_2.

Figura 1. Patrones de nodulación de algunos materiales promisorios e importantes en Africa. Popayán 1986 A (Promedio de 3 repeticiones).



Mutantes de Nodulación

Con el fin de mejorar la cuantificación de fijación de nitrógeno, utilizando el método de dilución de N^{15} por ejemplo, es importante identificar los testigos no fijadores que sean lo más semejante posible al material que va a ser evaluado. En cierto número de leguminosas, se han identificado mutantes que no nodulan, aunque éstos, no han sido disponibles en fríjol. Tales líneas serían también valiosas para la identificación de genes involucrados en la nodulación, y para estudios fisiológicos fundamentales, todo esto con el fin de mejorar la fijación de nitrógeno en fríjol.

Se realizaron ensayos para obtener, mediante mutación, líneas de fríjol que no nodulan y líneas con super-nodulación (son aquellas que continúan la nodulación en presencia de nitrato, y que también nodulan más de lo usual en cualquier condición). La masa de nódulos es un componente que se ha identificado en fríjol por su contribución al mejoramiento de la fijación. Este trabajo fué hecho en colaboración con Rothamsted Expt. Station, Inglaterra.

Los tratamientos utilizados para las mutaciones se han descrito en la sección I. C. (Variabilidad Genética a partir de Técnicas Biotecnológicas). La segunda generación de semilla (M2) de cada genotipo (RIZ 30 y RIZ 36) se dividió en tratamientos con 0 N (-N) y con 150 mg/l KNO_3 (+N) y se sembraron en perlita. Antes de emerger las plantas se inocularon por medio de riego, con una mezcla de cepas de rizobios CIAT 632 y CIAT 899. Se evaluaron un total de 3.360 plantas M2 por genotipo. Se determinó previamente que 150 mg KNO_3/l es suficiente para inhibir completamente la nodulación en los genotipos parentales. La evaluación se realizó desarraigando las plantas tres semanas después de la siembra, y seleccionando aquellas sin nódulos en el tratamiento -N (mutantes que no nodulan), y aquellas con nódulos abundantes en el tratamiento +N (mutantes con super-nodulación). Las plantas seleccionadas se transplantaron al suelo y se cultivaron hasta obtener semilla.

Se sembró la semilla de las plantas seleccionadas (generación M3) en perlita, 2 replicaciones de 3 semillas por línea, para confirmar las características de nodulación. La progenie de las plantas sin nodulación se evaluó en la ausencia de nitrato (-N), y la progenie de las plantas con super-nodulación se evaluó en la presencia de nitrato (+N). En cada bandeja se sembró un surco del genotipo parental apropiado en el centro, con flancos de 3 surcos de líneas M3. Se establecieron puntajes de nodulación para las plantas tres semanas después de la siembra en una escala de 1 a 9 (1 = sin nódulos).

La evaluación de la generación M3 mostró una alta tasa de desaparición de los aparentes mutantes de nodulación. Se seleccio - naron únicamente las líneas con desempeño consistente en ambas replicaciones, aunque se realizaron posteriores selecciones de plantas individuales en algunos casos. Las siguientes líneas presentaron en forma consistente, ausencia de nodulación y por lo tanto se han multiplicado para posteriores pruebas en CIAT: líneas 42, 62, 95, 109, 125, 204, 224 y 227. Se identificaron nódulos inefectivos en la línea 101,

la cual también se había multiplicado en CIAT. Algunas de estas líneas formaron pocas semillas y presentaron una pérdida de vigor, por lo tanto ellas se retrocruzaron con el genotipo parental con el fin de recuperar los genes responsables de la ausencia de nodulación sin las otras anormalidades. Los retrocruzamientos servirán al mismo tiempo en la investigación de la herencia de este carácter.

Los resultados con las líneas aparentemente con super-nodulación han sido inconsistentes, y aún no es posible establecer si tales líneas han sido identificadas. En estudios posteriores con líneas sin nodulación se investigarán las causas para la ausencia de nodulación, incluyendo algunos efectos posibles de especificidad de la cepa o temperatura. Se realizarán ensayos de campo con los mutantes identificados.

Cuantificación de la Fijación de N_2

Se reportó en el Informe Anual de 1985 un experimento utilizando el método de dilución del isotopo N^{15} para cuantificar la fijación de N_2 en diferentes genotipos de fríjol. El ensayo se realizó en el campo en CIAT-Palmira en colaboración con Rothamsted. Un segundo experimento se realizó este año comparando las mismas variedades, aunque se realizó en macetas en el invernadero. El propósito fué observar si la clasificación de los genotipos para la fijación era la misma en condiciones de una ausencia casi total de N mineral, como sucedió en el campo donde se presentaron niveles medianos de N mineral. Los resultados se presentan en la Tabla 1. Las diferencias en la fijación de N_2 entre los genotipos fué similar a la observada en el campo. En general, las líneas RIZ y A268 fijaron más nitrógeno que las líneas BAT. La única excepción fué RIZ 30 la cual fué una de las mejores líneas en la clasificación para la fijación de N_2 en el campo, aunque no lo fué en el invernadero.

Tabla 1 Acumulación de nitrógeno y fijación de nitrógeno en genotipos cultivados durante 64 días en invernadero en un suelo marcado con N^{15}.

Genotipo	N en parte aérea (mg/maceta)	átomo % de N^{15} en exceso	% de N de fijación	N fijado (mg/maceta)
RIZ 29	188	0.030	94	177
RIZ 36	178	0.029	94	167
A 268	178	0.028	94	167
RIZ 27	168	0.025	95	160
BAT 76	168	0.023	95	160
RIZ 30	162	0.033	93	151
BAT 1297	161	0.027	94	151
BAT 1554	150	0.034	93	142
BAT 1432	149	0.032	93	140
BAT 332	146	0.033	93	137
SE	14.7	0.0049	0.9	14.7
Sorgo	10	0.484		
SE	0.4	0.0033		

Evaluación Rhizobium-leguminosa a nivel de finca

Es necesario para evaluar la importancia de N como un factor limitante del rendimiento en una zona frijolera. Deben definirse las necesidades y el potencial para el incremento de la fijación del nitrógeno a través de la introducción de genotipos con mejor capacidad para la fijación y/o modificación de la población nativa de rizobios mediante inoculación. Se necesita evaluar las variedades locales y las nuevas introducciones posibles por su capacidad de fijación y los efectos de inoculación estudiado. Los trabajos realizados en Ipiales, Colombia, son un ejemplo de este esfuerzo.

En Ipiales, los trabajos se iniciaron en 1985 con las evaluaciones de la nodulación de fríjol en los campos de los agricultores. La variedad local Mortiño y la nueva variedad, Frijolica 0-3.2, nodularon bien, aunque con una alta proporción de nódulos aparentemente inefectivos. Una alta población nativa de R. phaseoli se confirmó con

los conteos obtenidos por número más probable, los cuáles se encontrán en un rango de 10^6 hasta 10^7 de R. phaseoli por g de suelo. En dos de los tres ensayos sembrados en fincas en 1985B se observó una respuesta del rendimiento a la inoculación (con una mezcla de 3 cepas) tanto en Frijolica 0-3.2 como en Mortiño (Tabla 2). El menor rendimiento del fríjol como un resultado de la fertilización con nitrógeno puede haberse debido a un incremento del crecimiento y la competencia con el maíz; desafortunadamente los datos del rendimiento del maíz no están disponibles para todos los ensayos. Mortiño de manera consistente formó mayor número de nodulos que Frijolica 0-3,2 aunque no hubo incrementos en el número de nódulos en respuesta a la inoculación. Se realizaron estudios de selección de cepas para observar si se pueden identificar cepas más efectivas y competitivas.

Se evaluaron treinta cepas de la colección por su capacidad para crecer en bajas temperaturas. Fué sorprendente la variabilidad de las cepas a la tolerancia al frío (Tabla 3). De estas cepas las más tolerante al frío se evaluaron en macetas de suelo junto con 15 nuevos aislados de los suelos de Ipiales, por su capacidad para causar una respuesta de crecimiento de la planta en presencia de la población nativa de rizobios (Figura 2).

Tabla 2. Efectos del N como fertilizante y la inoculación de R. phaseoli. Ipiales 1985 B. Maíz (M), Fríjol (F), Rendimiento (Kg/ha).

			2590 m	2540 m	2700 m		
			A. Pinchao	S. Rosero	J. Chaspuengal		Promedio
			Chaguaipe	Contadero	Potosí		Rend.fríjol
Variedad	Inoc[1]	N[2]	F	F	F	M	F
Frijolica 0-3.2	+	-	755	245	166	3985	388
Frijolica 0-3.2	-	-	501	157	335	3739	331
Frijolica 0-3.2	-	+	393	227	303	4645	307
Mortiño	+	-	306	206	141	3811	218
Mortiño	-	-	138	121	144	3909	134
Mortiño	-	+	127	135	84	4469	115
Promedio			370	182	206	4071	249
NDS (10%)			167	96	83	715	68

[1] Mezcla de 3 cepas (3 g/sitio).

[2] Equivalente a 50 Kg de N/ha.

Tabla 3. Crecimiento de R. phaseoli cultivado en levadura manitol agar a bajas temperaturas. ++: crecimiento normal; +: poco crecimiento; -: muy poco o ningún crecimiento.

Cepa	Temperatura°C				Cepa	Temperatura°C			
	10	15	20	28		10	15	20	28
CIAT 2	+	++	++	++	CIAT 209	+	+	++	++
CIAT 5	+	++	++	++	CIAT 214	-	-	+	++
CIAT 57	-	-	++	++	CIAT 255	-	+	++	++
CIAT 65	-	+	++	++	CIAT 321	+	+	++	++
CIAT 73	-	-	+	++	CIAT 323	+	++	++	++
CIAT 75	—	-	++	++	CIAT 385	-	+	++	++
CIAT 96	-	+	++	++	CIAT 390	-	-	++	++
CIAT 123	-	+	++	++	CIAT 407	—	+	++	++
CIAT 125	+	++	++	++	CIAT 612	+	+	++	++
CIAT 127	-	-	++	++	CIAT 613	+	++	++	++
CIAT 128	+	+	++	++	CIAT 625	-	+	++	++
CIAT 142	+	+	++	++	CIAT 632	-	-	++	++
CIAT 144	+	+	++	++	CIAT 640	-	-	++	++
CIAT 161	-	-	++	++	CIAT 652	-	+	++	++
CIAT 166	+	+	++	++	CIAT 899	-	-	++	++

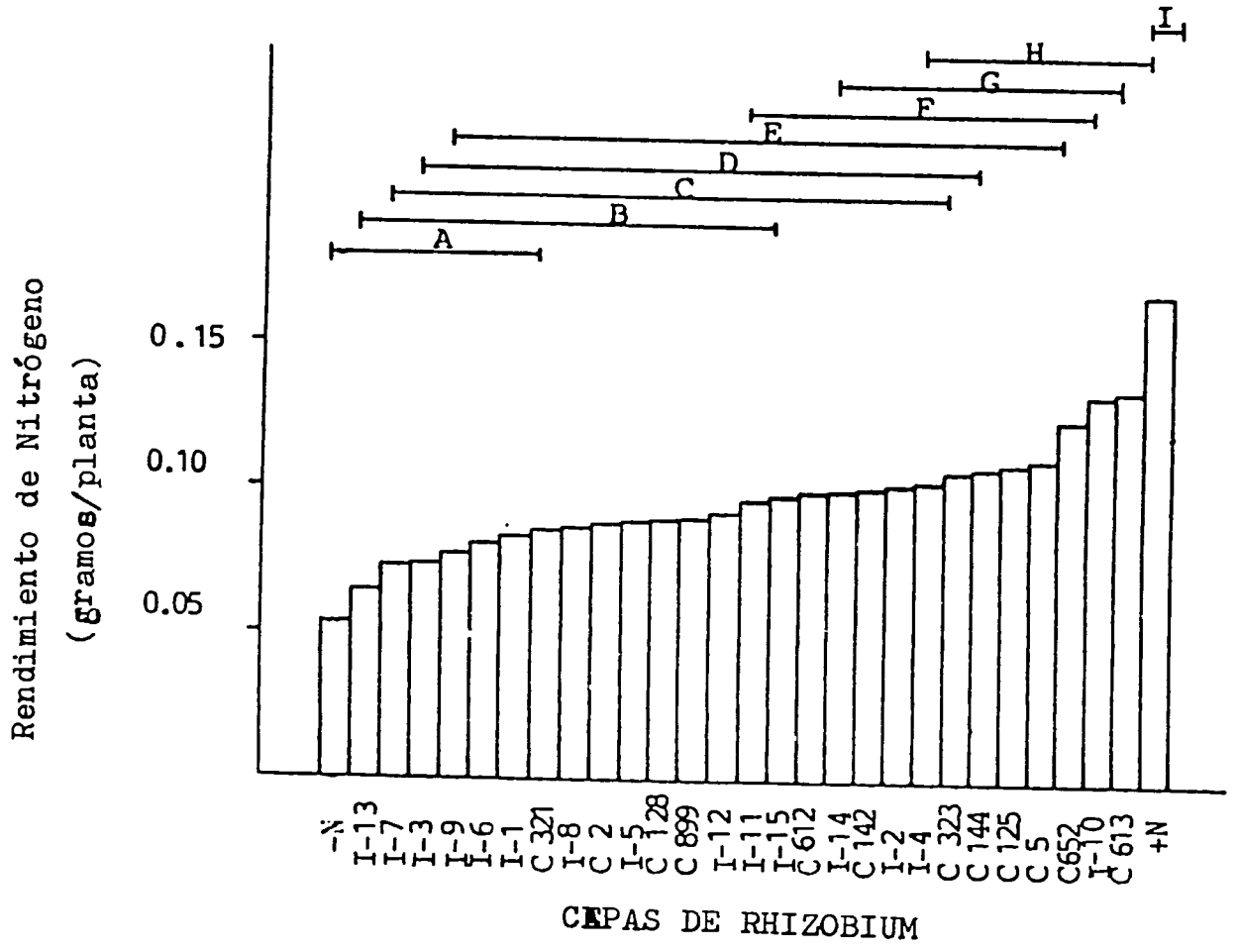


Figura 2. Rendimiento de nitrógeno en plantas inoculadas de Frijolica 0-3.2 en suelo de Ipiales. (Valores con la misma letra no son diferentes al nivel de 5%).

La inoculación con 21 de las 27 cepas dió como resultado un incremento en el N en la planta Frijolica 0.3-2; con las mejores cepas mostrando hasta un 70% del testigo +N. Se observó una interacción entre cepa y genotipo; por ejemplo, I-3 y I-8 fueron dos de las mejores cepas con Mortiño. Sinembargo, algunas cepas fueron buenas con ambas variedades, y I-10, C652 y C5 se están evaluando como inoculantes en ensayos a nivel de finca durante esta estación.

Con la ayuda a partir de la donación de UNDP, se están adiestrando equipos de agrónomos y microbiólogos en los programas nacionales de leguminosas para llevar a cabo la clase de estudios realizados en Ipiales. Los equipos en Costa Rica, Guatemala, El Salvador y Zambia iniciaron estudios para evaluar la fijación de nitrógeno de las variedades locales con y sin inoculación de rizobios. Se está realizando evaluación y selección de cepas en suelos locales, y se va a incluir en la esquema de evaluación de leguminosas, una evaluación del potencial relativo de la fijación de nitrógeno. Se han escrito manuales de métodos en español e inglés para ayudar al adiestramiento.

Se ha observado daño en los nódulos de fríjol por larvas de insectos en muchas localidades, sinembargo no se ha determinado su importancia como un factor limitante en la fijación. Se realizó una inspección de 20 fincas en Funes (Nariño, Colombia), 10 con asociación de maíz/fríjol y 10 con fríjol en monocultivo, para determinar la proporción de los nódulos dañados (vaciados). Se realizaron comparaciones con y sin maíz, debido a los incrementos observados en el daño después de los cultivos de maíz en CIAT-Palmira. Se desarraigaron 15 plantas en el estado de floración temprana; se contó el número de nódulos rojos-rosados, el número de nódulos vacíos y se determinó el número de otros nódulos aparentemente inefectivos. El daño por larvas de insectos fué obviamente un factor importante en la limitación de la fijación del nitrógeno, alcanzando hasta 60% de los nódulos vacíos (Tabla 4). Sinembargo, no se observó un efecto del sistema de cultivo ni de la variedad de fríjol.

Colección y evaluación de cepas de Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli

Se presentan en la Tabla 3 datos que demuestran diferencias entre cepas de R. phaseoli en cuanto a la tolerancia y el crecimiento a bajas temperaturas. En otro estudio, se comparó el crecimiento a altas temperaturas. De las 24 cepas más estudiadas en la colección, solo 10 fueron capaces de crecer a 36°C. Estas fueron CIAT 2, 5, 45, 166, 214, 323, 348, 640, 652 y 899. Fué interesante notar un número de éstas (CIAT 2, 5, 166 y 323) fueron capaces de crecer a 10°C.

Se aislaron cepas de rizobios a partir de poblaciones de P. vulgaris subsp. aborigineus en Argentina para ampliar la base genética de la colección. Se evaluaron dos cepas de cada una de las 21 poblaciones por su capacidad para formar una simbiosis efectiva con BAT 76. Treinta y una de estas cepas fueron infectivas. y de éstas, 26 también fueron efectivas dando como resultado un crecimiento de la planta entre el 13% y el 44% del testigo con nitrógeno. Se están

Tabla 4. Daño de los nódulos causado por larvas de insectos en 20 fincas. Funes 1985 B.

Variedad de fríjol	Con/Sin Maíz	# nódulos en 15 plantas	% nódulos rojos/rosados	% nódulos vaciados	% nódulos inefectivos
Capuli	Con	674	80	5	15
Capuli	Con	2200	70	10	20
Capuli	Con	1500	75	15	10
Capuli	Con	575	40	50	10
Capuli	Con	1650	70	10	20
Capuli	Con	710	50	10	40
Capuli	Con	325	40	20	40
Capuli	Con	155	40	40	20
Limoneño	Con	80	40	40	20
Capuli	Con	1200	60	10	30
Capuli	Sin	455	50	10	40
Capuli	Sin	1155	70	5	25
Andino	Sin	547	60	20	20
Capuli	Sin	2300	50	25	25
Limoneño	Sin	432	40	30	30
Capuli/Andino	Sin	260	50	20	30
Capuli	Sin	34	10	60	30
Capuli	Sin	100	40	30	30
Capuli	Sin	60	40	30	30
Limoneño	Sin	105	60	20	20

adelantando estudios sobre el rango de hospedantes y las mejores cepas se incluirán en los experimentos rutinarios de selección de cepas.

Los siguientes son algunos resultados del estudio de las poblaciones nativas de R. phaseoli realizados en colaboración con el Instituto Boyce Thompson en Ithaca, Nueva York. No hubo diferencias en la efectividad de las cepas procedentes de los sitios del Valle (Colombia) donde el fríjol ha sido cultivado durante años, y donde nunca había sido cultivado. Esto no ocurrió en los lugares de CIAT-Quilichao, donde las cepas de los suelos previamente cultivados con fríjol fueron más efectivas. En forma general las cepas de los suelos de Quilichao fueron más efectivas que aquellas procedentes del Valle, y Frijolica 0-3.2 captó cepas más efectivas que BAT 76. No fué sorprendente, que se aislaran cepas más tolerantes a la acidez de las procedentes de Quilichao; ocho de las 32 cepas evaluadas crecieron en un pH 4.6 mientras que ninguna de las cepas del Valle creció en este pH. Robert y Schmidt en la Universidad de Minnesota, definieron cinco serogrupos de R. phaseoli. Veintiocho cepas del Valle están en el grupo 2; otras nueve no están en ninguno de los cinco grupos. Once de las cepas de Quilichao están en el grupo 1, 10 en el grupo 2 y otras 11 no reaccionaron. Esta información será útil para elegir cepas con las cuáles se estudien la supervivencia y la competitividad de cepas inoculadas. Algunas de las cepas hicieron nodular a leguminosas

hospedantes fuera del rango normal de hospedantes para R. phaseoli. Estos hospedantes incluyeron trébol, arveja, y caupi. Este resultado se está reconfirmando actualmente, pero si es cierto, puede explicar por qué R. phaseoli está casi siempre presente en suelos donde P. vulgaris y P. coccineus no se han cultivado. Otra observación de especial interés se realizó en el BTI y se refiere a que algunas cepas de R. phaseoli son muy sensitivas a la liofilización. Esto explica por qué se tienen muchos problemas en la conservación de algunas cepas en la colección e indica que algunos cultivos de cepas se podrían almacenar utilizando al menos dos métodos diferentes.

La sección de microbiología del programa de fríjol atendió las solicitudes de los investigadores de ocho países diferentes, enviando 185 cultivos de R. phaseoli.

9. Calidad Nutricional

Las principales actividades desarrolladas en el laboratorio de Nutrición y Calidad durante el presente año fueron:

- Evaluación de los materiales del EP/86; ejecución del análisis estadístico de todos los materiales evaluados en el laboratorio, entre 1981-1985 para todos los parámetros de aceptabilidad; iniciación de un programa de mejoramiento para las características de aceptabilidad; ejecución de un proyecto en conjunto con el INCAP, sobre las diversas formas de medir la resistencia a la cocción; realización de un estudio tendiente a esclarecer el significado y los parámetros importantes para la absorción de agua; realización de estudios varios para conocer el efecto ambiental, temporal y varietal sobre diversas características nutricionales y de aceptabilidad; iniciación de un proyecto conjunto con el Instituto Nacional de la Nutrición de Italia sobre los factores antifisiológicos que afectan la digestibilidad del fríjol; se evaluó el prototipo de un modelo automatizado del cocinador de Mattson modificado.

Análisis de los resultados de los materiales evaluados en el laboratorio entre 1981-1985

Se realizó un análisis estadístico para la información sobre proteína cruda (1981-1985); el tiempo medio de cocción (TC_{50}) medido en un cocinador tipo Mattson; porcentaje de absorción de agua a las 16 horas de remojo y porcentaje de sólidos en el caldo. Se consideraron estos parámetros asociados a las variables: color de grano, hábito de crecimiento; tamaño del grano (peso de 100 semillas), brillantez de la cáscara (1982-1985).

Para la proteína (N=1117) no se encontró ninguna diferencia que resultara significativa por la mayoría de las variables consideradas. Sólo por el color de la cáscara es posible observar algunas diferencias como se puede observar en la Tabla 1. Respecto al tiempo de cocción medio, sólo se encontraron diferencias significativas según la brillantez de la cáscara y el tamaño del grano. Presentando menores tiempos de cocción los materiales opacos y mayores tiempos los materiales de grano grande (40 g/100 semillas). (Ver Tablas 2 y 3). Para el porcentaje de absorción de agua resultaron importantes las mismas variables que para el tiempo de cocción medio. Respecto a la brillantez, los materiales brillantes absorben significativamente menos agua y los materiales grandes (40 g/100 semillas) absorben significativamente más (ver Tablas 2 y 3). Con respecto al porcentaje de sólidos en el caldo de cocción se presentaron diferencias significativas para el color del grano, la brillantez de la cáscara y el tamaño del grano (ver Tablas 1, 2 y 3).

Proyecto de mejoramiento para algunas características nutricionales y de aceptabilidad

Basados en la información preliminar, de la que se presenta un ejemplo en la Figura 1, sobre la aparente forma en la que se heredan

los taninos, tanto con respecto al nivel como a la composición detectada por un espectro ultra violeta del extracto metanólico-acidificado, se inició un proyecto tendiente a mejorar la digestibilidad por la reducción de los taninos por cruzamientos con materiales con niveles bajos de esta familia de compuestos. Con respecto a la proteína, se emplearán como progenitores aquellos materiales que están sobre dos desviaciones estandar en la distribución de los materiales evaluados en el laboratorio, esto es materiales con un porcentaje de proteína mayor al 30%, en base seca. Con esto se pretende incrementar el nivel de proteína de la progenie.

Estudio sobre absorción de agua

Se realizó este estudio con 13 materiales seleccionados al azar por color y tamaño. Se midieron las absorciones a los 15', 30', 1, 2, 4, 8, 16 y 24 horas de remojo. Se relacionó esta absorción con 40 variables físicas, químicas y agronómicas. Se concluyó tanto del análisis de factores, de conglomerados y de varianza, así como de las descripciones estadísticas de las cinéticas de absorción, que existen tres grupos diferentes para este parámetro, los cuáles se pueden clasificar como aparecen en la Tabla 4. Del análisis de regresión múltiple se concluyó que los factores más relevantes en el proceso de absorción son físicos, como puede verse también en la Tabla 4. Con respecto a la relación de la absorción y a las características agronómicas se encontraron relaciones estadísticamente significativas con las resistencias a virus del mosaico común y a la roya.

Estudio sobre el efecto de la época de siembra (temporal) en el contenido de proteína

Se realizó en Palmira un estudio durante los semestres 85B y 86A, con 22 materiales del grupo 70. Se encontró un efecto fuertemente significativo de la época sobre el contenido de proteína cruda, para la misma localidad. Debido a lo drástico de los efectos detectados este estudio se continuará durante otros semestres.

Estudios sobre los efectos ambientales (localidad) y de época de siembra (temporales) sobre las características de aceptabilidad del Rojo 70 y Rojo de Seda

Estos dos materiales se han sembrado en Palmira, Restrepo y Santarder de Quilichao, los resultados indican un efecto fuertemente significativo de la localidad (ambiente) sobre el porcentaje de granos duros (a las 16 horas de remojo), la absorción de agua y el tiempo de cocción. La localidad donde se producen los materiales de mayor dureza, más largo tiempo de cocción y menor porcentaje de absorción de agua es Restrepo, seguido de Santander siendo los materiales de Palmira los más blandos, de mejor absorción y menor tiempo de cocción. Respecto de los materiales mismos, el Rojo 70, consistentemente en las tres localidades presenta mayor porcentaje de semilla dura, menor porcentaje de absorción de agua, mayor tiempo de cocción, menos porcentaje de sólidos en el caldo y además un porcentaje significativamente mayor de cáscara con respecto al Rojo de Seda.

Estudio sobre los efectos varietales, de época de siembra (temporales) y de localidad (ambientales) sobre algunas características de aceptabilidad

En este estudio se evaluaron 29 materiales en las localidades de Palmira y Popayán. Se pudo identificar un fuerte efecto medio ambiental sobre características como porcentaje de absorción de agua, tiempo de cocción, porcentaje de semillas duras y porcentaje de sólidos en el caldo. También se documentó, en forma consistente con los resultados de otros estudios, un fuerte efecto ambiental sobre el contenido de proteína. Respecto de las localidades en Palmira se producen materiales con mejores características de aceptabilidad que en Popayán.

Proyecto colaborativo con el Instituto Nacional de Nutrición de Italia

Se inició con 120 materiales especialmente reproducidos para tal fín, en el 86A en Palmira, un estudio de tres años de duración, en el que se prentende esclarecer el papel de los taninos, la fibra y otros factores antifisiológicos sobre la baja digestibilidad del fríjol. La primera etapa, de selección de los materiales definitivos del estudio, se inició en Octubre de 1986 y contempla evaluar las digestibilidades "in vitro" de todos los materiales enviados a Roma.

Avances en el cocinador de Mattson automatizado

Con el propósito de hacer cada vez más eficiente el laboratorio se inició la construcción y se evaluó el prototipo del modelo de cocinador de Mattson automatizado. Esto reportará una mayor precisión y exactitud de las mediciones, una mayor evolución de muestras con una mejor dedicación de tiempo y cuidado humano. Así mismo permite realizar estudios sobre la cinética misma del proceso de cocción lo que permitirá estudiar importantes tópicos como, por ejemplo, la variabilidad muestral.

Tabla 1 Promedio de los valores de proteína y porcentaje de sólidos en el caldo de cocción según el color del grano.

Color	Promedio de proteína (N=1109)	Promedio del porcentaje de sólidos del caldo (N=915)
Blanco	25.82^{a}	9.00^{b}
Crema	24.24^{ab}	10.00^{ab}
Amarillo	23.66^{ab}	10.00^{ab}
Café	24.04^{ab}	10.30^{ab}
Rosado	23.17^{ab}	8.60^{b}
Rojo	23.90^{ab}	9.80^{ab}
Morado	23.19^{b}	8.00^{b}
Otros (grises, etc.)	25.08^{ab}	
Negro	24.07^{ab}	11.90^{a}

Tabla 2. Promedios de los valores de tiempo de cocción medio; porcentaje de absorció de agua y porcentaje de sólidos del caldo según la brillantez de la cáscara

Brillantez	Promedio del tiempo de cocción (N=918)	Promedio del porcentaje de absorción (N=928)	Promedio del porcentaj de sólidos (N=915)
Opaco	23.90^{b}	99.40^{a}	10.30^{a}
Semibrillante	24.90^{b}	97.80^{a}	9.60^{b}
Brillante	25.40^{a}	89.80^{b}	9.40^{b}

Datos con la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5% según la Prueba del Rango Múltiple de Duncan.

Tabla 3. Promedios de los valores del tiempo de cocción medio (TC_{50}); porcentaje de absorción de agua y porcentaje de sólidos en el caldo según el tamaño del grano (peso de 100 semillas).

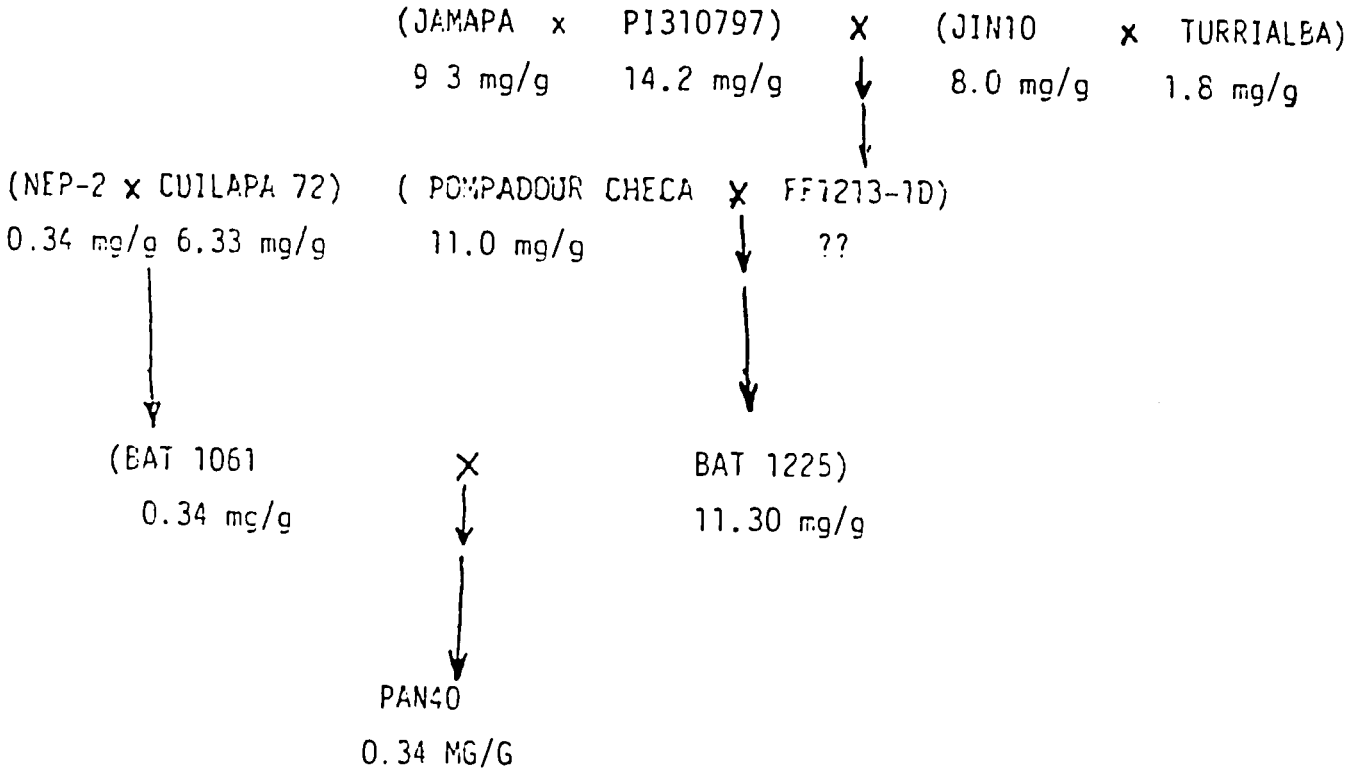
Tamaño	Promedio del tiempo de cocción (N=918)	Promedio del porcentaje de absorción (N=928)	Promedio del porcentaje de sólidos (N=915)
25 g	24.20^a	90.80^a	10.60^a
25-40 g	24.50^a	96.20^b	9.60^b
40 g	27.30^b	101.50^c	8.30^c

Datos con la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5% según la Prueba del Rango Múltiple de Duncan.

Tabla 4. Clasificación y factores importantes para el proceso de absorción de agua de diferentes materiales.

Grupo de materiales	C o m p o r t a m i e n t o Inicial (15') (% Abs.agua)	Final (24h) (% Abs.agua)	Factores más importantes en el proceso para cada grupo
1	Normal (10%)	Alto (110%)	Forma del grano; área del Hilium; densidad de la cáscara
2	Bajo (5%)	Normal (100-110%)	Dureza del grano, taninos
3	Alto (15%)	Bajo (105%)	Dureza del grano, peso del grano, % fibra de la cáscara.

Figura 1. Hereditabilidad de los niveles de taninos. Genealogía del material PAN 40.



10. Habichuela

El mejoramiento de la habichuela en el CIAT se ha realizado en colaboración del Estado de Washington (Dr. M. Silbernagel) desde 1983. El principal objetivo del mejoramiento de la habichuela ha sido la incorporación de resistencia a enfermedades y la adaptación tropical mediante los programas de mejoramiento de fríjol de grano aplicados a la habichuela. Las características de cualidad más solicitadas son vainas sin fibra y con forma tanto delgada como alargada. En 1986, se distribuyó un vivero internacional de adaptación de líneas avanzadas de habichuela en 14 países, que incluyeron países de Asia, Africa, Europa y América. El vivero actual consiste de 204 líneas arbustivas y 32 líneas volubles.

Se han obtenido resultados de Irán, Bulgaria, EE.UU., Puerto Rico, Argentina y Colombia. En Bulgaria (Instituto Martiza para cultivo de hortalizas) se seleccionaron 109 líneas arbustivas para una posterior evaluación. En Argentina, se seleccionaron 84 líneas entre arbustivas y volubles para ensayos posteriores. En la tabla 1 se presentan las características de líneas que presentaron evaluaciones favorables en tres o mas localidades. Todas estas líneas fueron del tipo arbustivo determinado (hábito de crecimiento I). En el ensayo hubo más arbustivos que volubles, y los volubles presentaron posiblemente una adaptación más específica. Todas las líneas fueron resistentes al BCMV, y todas presentaron resistencia o resistencia intermedia a la roya en Colombia, donde existe un rango amplio de razas. Algunas fueron medianamente resistentes a la antracnosis en Popayán, donde existen razas relativamente virulentas, donde se incluyen las razas kappa y delta. Muy pocas presentaron tolerancia al añublo bacteriano común (ABC). Se necesitarán posteriores trabajos para mejorar la resistencia a estas dos últimas enfermedades. Los resultados se obtuvieron de diversas localidades y se seleccionó ya la línea HAB 63 en cinco de seis localidades.

En 1986, en colaboración con el ICA, Colombia, se distribuyó un ensayo regional de líneas de habichuelas arbustivas y volubles. Los resultados de los seis ensayos sembrados en Dagua, cerca a Cali, demostraron que la antracnosis es de especial importancia en esta área, y que todas las líneas volubles presentaron resistencia, de las cuales las mejores fueron HAB 208, HAB 214, HAB 232, HAB 234, HAB 235 y HAB 236. Las líneas arbustivas HAB 87, HAB 141 y HAB 173 presentaron resistencia a la antracnosis, y estas líneas también fueron resistentes a la roya y al BCMV. Los agricultores mostraron interés para obtener más semillas de estas líneas.

Tabla 1. Características de las líneas de habichuela que se seleccionaron en tres o más localidades.

	Localidad						Hábito de crecimiento	Color semilla	BCMV	Roya	ABC	Anthracnosis
	1	2	3	4	5	6						
HAB 4		*		*		*	I	1	N	R	S	S
HAB 16		*	*		*		I	8	N	I	A	I
HAB 19	*	*	*	*			I	8	N	I	S	S
HAB 20		*	*	*			I	8	N	I	S	I
HAB 27		*		*	*		I	8	N	I	S	-
HAB 29	*				*	*	I	8	N	I	S	S
HAB 30				*	*	*	I	8	N	R	S	-
HAB 41		*			*	*	I	1	N	R	S	I
HAB 43	*	*		*	*		I	9	N	R	S	S
HAB 54	*				*	*	I	8	N	I	S	S
HAB 63	*		*	*	*	*	I	8	N	R	S	S
HAB 66			*	*	*		I	1	N	R	S	I
HAB 67				*	*	*	I	1	N	R	S	S
HAB 84		*	*	*	*		I	1	N	R	S	S
HAB 97		*	*	*	*		I	1	N	R	S	S
HAB 103	*		*	*			I	1	N	R	S	S
HAB 104	*		*	*			I	1	N	R	S	S
HAB 108			*	*	*		I	1	N	R	S	S
HAB 132		*		*	*		I	1	N	I	S	S
HAB 141	*	*			*		I	1	N	R	S	I
HAB 148			*	*		*	I	1	N	R	I	I
HAB 174			*	*		*	I	1	N	R	S	I
HAB 180		*	*		*		I	1	N	R	S	I
HAB 183			*	*	*		I	1	N	R	S	S
HAB 191			*	*	*		I	1	N	R	S	I
HAB 195	*		*		*		I	1	N	R	S	S

Localidades : 1 = Palmira, Colombia
2 = Prosser, USA
3 = Mendoza, Argentina
4 = Karaj, Iran
5 = Plovdiv, Bulgaria
6 = Mayaguez, Puerto Rico

El lugar donde cada línea se desempeñó bien, se marcó con un asterisco (*).

Color de semilla: 1 = blanco, 8 = negro, 9 = otros colores (oscuros)
BCMV : N = resistencia debido a la presencia del gen (de necrosis) I dominante,
Otras enfermedades: R = resistente, I = intermedia; S = susceptible. evaluadas en los viveros VEF de 1985, en Colombia.

C. Evaluación en Viveros Uniformes

El programa de evaluación de progenies en tres fases evaluó 1902 materiales en 1986, de los cuáles un 67.4% fueron nuevas adquisiciones. La distribución de estos materiales entre los viveros fué la siguiente:

Fase primera (VEF): 1282 entradas
Fase segunda (EP): 435 entradas
Fase tercera (IBYAN): 185 entradas

La tabla 1 presenta el número de juegos de estos viveros que se distribuyeron a los diferentes países durante 1986. Una información completa del desempeño de todas las entradas en cada vivero se publica cada año en los informes de los VEF, EP e IBYAN disponibles en el CIAT.

1. VEF

Se distribuyeron 1281 entradas en 10 grupos de acuerdo con el color y tamaño de la semilla, el hábito de crecimiento (voluble y arbustivo) y la adaptación climática (para volubles únicamente). La tabla 2 presenta la frecuencia de las líneas dentro de cada grupo con reacción de resistente o mediana intermedia a seis de las enfermedades de mayor distribución en frijol. En el cuadro 3 se registra la frecuencia de los hábitos de crecimiento y los días a maduración dentro de cada grupo. En el cuadro 4 se presentan las líneas con el mayor rendimiento dentro de cada grupo y con la mejor combinación de desempeño en relación con las principales enfermedades presentes en los principales sitios de evaluación en Colombia.

2. EP

De las 1451 entradas evaluadas en los VEF en 1985, se seleccionaron 435 para la evaluación en los EP de 1986. Las líneas se agruparon de acuerdo al hábito de crecimiento, tamaño de semilla y tipo de grano comercial. Los datos completos de todas las evaluaciones que incluyen el rendimiento se presentan anualmente en publicaciones separadas anualmente. En las tablas 5 y 6, se presentan las líneas arbustivas de mejor rendimiento en Palmira y Popayán, respectivamente. Las líneas volubles se dividieron de acuerdo con su adaptación climática; en la tabla 7 se presentan los resultados para las líneas de semilla pequeña adaptadas a los climas medios. Las líneas volubles de semilla grande para clima frío se evaluaron en Río Negro y los resultados se presentan en la tabla 8.

3. IBYAN

Este informe incluye los resultados de los ensayos de IBYAN en 1986 realizados en Colombia y un resumen de los resultados a nivel mundial de los IBYAN en 1985.

IBYAN de 1985

En 1985, se distribuyeron 280 ensayos. En la tabla 9 se presentan las líneas más sobresalientes, clasificadas según su clase comercial.

IBYAN de 1986

Teniendo en cuenta las clases para mercadeo se conformaron nuevos viveros; se enviaron 140 viveros a 26 países. El informe actual solamente incluye los resultados de los ensayos sembrados durante el primer semestre de 1986 en Colombia (tablas 10, 11).

Cuadro 1. Número de juegos de viveros internacionales (VEF-EP-IBYAN) despachados durante 1986 a diferentes países.

PAISES	No. of sets		
	IBYAN	EP	VEF
Angola	2		1
Argentina	4	1	2
Austria		1	2
Belice	1		
Bolivia	3		6
Bulgaria			1
Burundi		1	7
Brasil			3
Colombia	48		
Costa Rica	6		12
Cuba	7	3	
Chipre	1		
Ecuador	6		
Etiopia	6		
El Salvador			5
Filipinas		2	3
Francia	1		
Guatemala		4	4
Grecia	1		
Haiti			
Honduras	1		8
Italia	1		3
Kenya			
Martinica	1		
Mozambique	2		
México	1		
Nicaragua			6
Nueva Zelandia			2
Panama	5		2
Peru	3	1	1
Rep. Dem. Alemana	2		
Rwanda	3		8
Rep. de Sur Africa	5	1	18
Uruguay	2	4	4
E.E.U.U.			3
Venezuela	8		
Zambia	19		14
Total	140	18	115

Cuadro 2. Número de entradas de fríjol en los VEF de 1986 con reacciones resistente (R) o intermedia (I) a Roya, antracnosis, mancha angular (ALS), añublo bacteriano común (CBB) y con reacción necrótica (N), o moteada (M) al virus del mosaico común del fríjol (BCMV).

GRUPO		TOTAL	Roya		CBB		ANTR		ALS		BCMV	
		Líneas	R	I	R	I	R	I	R	I	N	M
Negro	10	115	1	9	1	9	3	7	-	10	10	2
Rojo pequeño	20	131	12	11	1	22	16	7	1	22	23	17
Rojo grande/mediano	25	175	62	2	-	64	47	17	-	64	64	66
Blanco pequeño	30	184	6	18	-	24	10	14	1	23	24	8
Blanco grande	35	9	1	-	-	1	-	1	-	1	1	-
Costa del Pacífico S.N.	40	8	1	2	-	3	-	3	-	3	3	2
Altiplano mexicano	45	125	15	50	-	65	50	15	-	65	65	3
Tipo Brasilero	50	234	6	77	-	83	56	27	-	83	83	7
Volubles de clima cálido	70	18	-	4	-	4	4	-	-	4	4	10
Volubles de clima frío	85	283	3	17	-	20	19	1	1	19	20	241

Cuadro 3. Número de entradas de fríjol en los VEF de 1986 dentro de cada grupo según su hábito de crecimiento y madurez.

Grupo	Hábito de crecimiento				Días a madurez fisiológica			
No.	I	II	III	IV	65	65-75	76-85	95
10	-	105	7	-	1	113	-	-
20	-	94	37	-	18	113	-	-
25	142	30	3	-	2	166	4	-
30	65	98	19	-	12	168	4	-
35	9	-	-	-	-	9	-	-
40	4	3	1	-	1	7	-	-
45	3	65	57	-	-	109	14	-
50	5	176	53	-	5	208	17	-
70	-	-	-	-	-	-	-	-
85	-	-	21	262	-	-	-	283

Cuadro 4. Rendimiento (kg/ha) y principales características de algunas líneas sobresalientes en los VEF de 1986 dentro de cada grupo.

Línea	Hábito	g/100 semillas	Madurez	Rendimiento	Roya	CBB	Ant	ALS
Negro-Pequeño-Arbustivo								
NAG 191	2A	20	71	1686	S	S	1	1
XAN 211	2B	22	71	1667	1	1	S	1
NAG 199	3	23	70	1502	1	1	1	1
Rojo-pequeño-Arbustivo								
RAB 367	2B	20	66	1606	1	S	1	1
RAB 360	3	25	70	1552	1	1	R	1
RAB 395	3	40	77	1112	1	1	R	1
Rojo, rosado, rojo moteado-mediano, grande, arbustivo								
AFR 289	1	51	71	1378	R	S	S	R
AFR 313	2B	51	72	1413	R	1	1	1
AND 419	3	40	77	1112	R	1		
Blanco, pequeño-arbustivo								
PAN 183	2B	17	68	1309	1	S	R	1
PAN 179	3	40	74	1244	1	1	S	1
Tipos mexicano-medianos-arbustivos								
TY 3347-4	2B	30	71	1326	R	1	R	1
MX 2500-22	3	32	71	1575	1	1	R	1
Tipos brasileros-pequeños-arbustivos								
TY 3388-2	2A	22	71	1604	S	1	R	1
BZ 4578-1	3	21	71	1892	R	S	R	1
BZ 1358-8	3	23	72	1745	S	1	R	1
Rojo, crema, moteado-grande-voluble-clima frío								
AND 433	3A	52	135	4793	1	1	R	1
AND 614	3B	49	135	4295	R	S	R	1
AND 476	4A	61	135	6598	1	S	R	1
LAS-1-89	4B	55	143	6018	1	1	R	1

Cuadro 5. Promedio del rendimiento (kg/ha) de las líneas arbustivas evaluadas en Palmira, Colombia, EP de 1986. Semestre A.

Entradas de Semilla Pequeña

Negro	
Africa 104	2872
G 17660	2533
Testigo Jamapa	2147
Promedio (n=36)	2061
$DMS_{.05}$	147
CV	18

Crema	
EMP 169	1997
AFR 102	1580
Testigo Carioca	1597
(n=15)	1284
	140
	28

Rojos Tipo II	
RAB 298	1795
RAB 332	1793
Testigo A 21	968
Promedio (n=20)	1288
$DMS_{.05}$	97
CV	26

Rojos: Tipo III	
RAB 285	2122
RAB 314	1935
Testigo A 21	1251
(n=16)	1425
	197
	26

Entradas de semilla mediana y grande

Rojo/Rosado:sólidas y moteadas

Entradas de semilla mediana	
Africa 158	2570
ICA 15111	2459
AND 311	2426
Testigos:	
BAT 1297	2379
Calima	1712
Promedio (n=49)	1626
$DMS_{.05}$	124
CV	26

Entradas de semilla grande	
AND 260	2023
AND 361	1998
AND 276	1920
Testigos:	
BAT 1297	2195
Calima	1346
(n=42)	1443
	110
	24

Cuadro 6. Promedio del rendimiento (kg/ha) de las líneas arbustivas evaluadas en Popayán, Colombia. EP de 1986. Semestre A

Entradas de Semilla Pequeña

Negros			Crema		
	NAG 124	2299		EMP 169	2066
	NAG 121	2260		AFR 80	1846
	Jamapa (T)	2147		Carioca (T)	1265
Promedio	(n=36)	1837		(n=16)	1284
NDS .05		87.8			126.1
CV		11			28

Rojos: Tipo II			Rojos: Tipo III		
	RAB 332	1693		EMP 155	1699
	RAB 288	1632		RAB 308	1581
	A 21 (T)	1419		A 21 (T)	1328
Promedio	(n=20)	1372		(n=16)	1341
NDS .05		76			103
CV		12			11

Blanco-Pequeño: Tipos II -III			Tipo IIa		
	PAN 135	2037		VF2 162	1890
	BLM 14	1863		PAN 118	1845
	Ex Rico 23 (T)	1682		Ex Rico 23 (T)	1797
Promedio	(n=16)	1494		(n=30)	1574
DMS .05		138			76
CV		20			15

Entrada de semilla mediana

Amarillo - Bayo		
	CAN 31	2126
	BAN 42	2083
	Mayocoba (T)	1076
Promedio	(n=25)	1412
DMS .05		87
CV		32

c = control

Cuadro 7. Promedio del rendimiento (kg/ha) de las líneas volubles de semilla grande para climas fríos. EP de 1986. Rio Negro, Antioquia.

LINEA	RENDIMIENTO	LINEA	RENDIMIENTO
AFR 239	2611	AFR 54	2034
AFR 142	2586	AFR 64	1864
AFR 227	2321	AFR 58	1801
Testigo Rojo 70	2010		2016
Promedio (n=28)	1683	(n=42)	1562
$DMS_{.05}$	176		85
CV	32		22

Cuadro 8. Promedio del rendimiento (kg/ha) de las líneas volubles de semilla grande para climas fríos. EP de 1.986. Río Negro, Antioquia.

LINEA	RENDIMIENTO	LINEA	RENDIMIENTO	LINEA	RENDIMIENTO	LINEA	RENDIMIENTO	LINEA	RENDIMIENTO
AND 231	5550	AND 135	5164	ZAV 106	4861	ZAV 23	5647	ZAV 66	5846
AND 221	5163	AND 160	4701	ZAV 85	4847	ZAV 12	5562	ZAV 204	5840
AND 5	5101	AND 257	4553	ZAV 206	5771	ZAV 98	5502	ZAV 97	5434
AND 224	5012	AND 243	4553	ZAV 140	4763	ZAV 163	5330	ZAV 101	5432
				ZAV 221	4549	ZAV 154	5298		
Testigo: ICA VIBORAL	3696		3064		4460		4589	4450	
Media (n=24)	4075	(n=36)	3655	(n=18)	4216	(n=47)	4367	(n=35)	4370
$DMS_{.05}$	268		206		207		213		202
CV	18		20		12		11		17

Cuadro 9. Rendimiento (Kg/ha) de las tres líneas que encabezaron el IBYAN de 1985 dentro de cada grupo de clases comerciales.

CLASE	LINEA	RENDIMIENTO	$\bar{X}$	$NDS_{.05}$	CV	No. de lugares
Negro Tipo IIa	NAG 13	2216				
	NAG 12	2064				
	Jamapa	2044	1976 (n=13)	182.7	13.4	16
Tipo III	NAG 28	2082				
	BAT 304	2044				
	NAG 81	2037	1907	254.2	18.3	11
		(n=15)				
Rojos pequeños	RAB 102	2239				
	XAN 155	2222				
	RAB 128	2174	1919	225	18.3	9
Red Kidney	PVA 1097	1365				
	PVA 1435	1360				
	PVA 1117	1315	1226 (n=18)	18.27	15.9	9
Rojo, moteado:						
clima cálido	PVA 340	1677				
	PVA 1216	1626				
	PVA 774	1578	1416 (n=18)	180	15.1	8
clima medio	PVA 1025	1533				
	PVA 773	1500				
	PVA 1374	1461	1349 (n=17)	259.8	17.3	6
Blanco pequeño	XAN 134	1924				
	BAT 1715	1788				
	BAT 1712	1757	1577 (n=12)	476.0	24.9	6
Blanco Grande	WAF6	1331				
	WAF14	1276				
	WAF7	1175	927 (n=19)	291.0	22.6	5
	WAF9	1894				
	WAF14	1569				
	WAF 16	1452	1280 (n=20)	569.0	24.8	7
Ojo de Cabra/Bayos	ZAV 8306	2486				
	MAM 7	2428				
	ZAV 8314	2379	2149 (n=14)	605.4	12.0	4

Cuadro 10. Rendimiento (kg/ha) de las líneas arbustivas más sobresalientes en los IBYAN de 1986 dentro de cada clase de fríjoles. Palmira. Semestre A.

CLASE		LINEA	RENDIMIENTO	TESTIGO LOCAL	RENDIMIENTO	TESTIGO A LARGO PLAZO	RENDIMIENTO	X	DMS .05	CV
Negro		NAG 98	1446	BAT 271	1167	Jamapa	982	1007	567	34
		DOR 227	1258							
Rojo pequeño:	IIa	RAB 175	1350	Zamorano	790	A 21	1085	947	543	33
		RAB 244	1223							
	II	RAB 211	1355	Zamorano	771	A 21	1138	1075	499	28
		RAB 251	1346							
	III	RAO 33	1797	Zamorano	1067	A 21	1629	1430	501	21
		RAB 201	1724							
Red Kidney		ZAA 105	1198	Calima	827	BAT 1297	957	776	233	18
		KID 3	986							
Sugar & Cranberry		PVA 800B	1052	Calima	848	BAT 1297	401	732	263	22
		PVA 3025	961							
Roja moteada pequeña		PAT 6	1655	Calima	1046	BAT 1297	1218	1206	352	18
		PAI 127	1471							
Roja grande moteado		PVA 844	1488	Calima	1159	BAT 1297	1630	1168	384	20
		PVA 846	1408							
Navy		PAN 65	1175	BAT 482	992	Ex Rico 23	780	856	422	30
		PAN 82	1038							
Peruano		Ahome	1124	997-CH73	654	Mayocoba	609	776	435	33
		G 13094	1000							
Jalo - Ojo de Cabra		COS 4	1523	A 445	1199	A 321	1639	1016	523	30
		COS 5	1038							
Bayo		BAN 33	1351	Brasil 2	828	Titan	1284	822	400	29
		BAN 28	1097							
Rosinha		RIZ 45	2016	A 295	1294	IPA 7419	1304	1450	522	21
		EMP 143	1919							

Cuadro 11. Rendimiento (Kg/ha) de las principales líneas arbustivas sobresalientes en los IBYAN de 1986 dentro de cada clase, de fríjoles - Popayán, Semestre 4.

CLASE		LINEA	RENDIMIENTO	TESTIGO	RENDIMIENTO	TESTIGO A LARGO PLAZO	RENDIMIENTO	X	DMS .05	CV
Negro		DOR 241	2393	BAT 527	1719	Jamapa	1915	1841	482	16
		NAG 98	2350							
Rojo pequeño:	II a	RAB 244	1971	Zamorano	1516	A 21	1418	1567	224	8
		RAB 210	1851							
	II	RAB 211	1995	Zamorano	1608	A 21	1731	1666	572	21
		RAB 230	1994							
	III	RAB 201	2055	Zamorano	1332	A 21	1462	1543	416	16
		RIZ 53	1688							
Red Kidney		ZAA 64	1967	Calima	1715	BAT 1297	1696	1527	302	12
		ZAA 105	1777							
Sugar & Cranberry		PVA 800A	1905	Calima	1547	BAT 1297	1518	1529	348	14
		PVA 1384	1838							
Rojo pequeño-moteado		PAT 5	2170	Calima	1414	BAT 1297	1637	1794	251	8
		PAI 127	2082							
Rojo grande-moteado		PVA 3026	1593	Calima	1248	BAT 1297	1272	1234	284	14
		PVA 844	1460							
Blancos		PAN 87	1711	BAT 482	1284	Ex Rico 23	1560	1323	368	17
		PAN 72	1605							
Peruano		G 13094	1605	997-CH73	1824	Mayocoba	1388	1395	447	17
		Ahome	1592							
Jalo/Ojo de Cabra		CO55	1806	A 445	1693	A 321	2089	1311	260	12
		COS 3	1564							
Bayo		BAN 33	1974	Brasil2	1719	Titan	1310	1347	552	25
		BAN 28	1097							
Rosinha		RIZ 32	2370	A 295	1386	IPA 7419	1758	1713	588	21
		RIZ 46	1961							

D. 1. Centroamérica y el Caribe

El Proyecto de Fríjol de Centroamérica y el Caribe, financiado por COSUDE (T.311 América Central 6), el cual incluye México Tropical y Panamá, puso mayor énfasis en 1986 en que la tecnología generada por los Programas Nacionales fuera transferida al campo mediante una Investigación en Finca más eficiente y oportuna. El IICA, y el ICTA de Guatemala continuaron dando su apoyo logístico al proyecto permitiendo una acción eficiente.

Durante 1986 se consolidó la transferencia horizontal entre los países participantes en el proyecto asumiendo la mayoría de ellos el liderazgo en la generación de tecnología de alguno de los mayores problemas limitantes de la producción de fríjol en la región, y en la formación entre ellos de una red eficiente de transferencia de información y materiales. Teniendo en cuenta las ventajas comparativas, las investigaciones sobre Mosaico Dorado del fríjol han continuado siendo lideradas por Guatemala en colaboración con México, El Salvador, y República Dominicana; Apion por Honduras con la ayuda de Guatemala, El Salvador, México y Nicaragua; Babosa por Honduras en colaboración con la Escuela Agrícola Panamericana; Mustia Hilachosa por Costa Rica en colaboración con República Dominicana, Guatemala y Panamá, Bacteriosis común por Cuba; y Pruebas de Finca por El Salvador, Honduras y República Dominicana.

Se continuó las actividades de intercambio de personal científico de los Programas nacionales para consolidar la metodología de trabajo entre ellos o para colaborar en los cursos impartidos en los varios países. La red de mejoramiento se vió sustancialmente reforzada mediante talleres efectuados para el análisis de resultados de los Viveros de Adaptación tanto en Centroamerica como en el Caribe. Los Cursos se orientaron hacia la formación de un mayor número de investigadores en finca para apoyar la transferencia de la tecnología generada por los Programas Nacionales. Se inició una estrategia de incremento en la producción de semilla mediante un curso piloto para el uso de semilla artesanal. Los proyectos líderes tuvieron científicos de los Programas Nacionales en Capacitación en Servicio. Se promovieron reuniones de los Programas Nacionales para la revisión de los resultados de las investigaciones realizadas y la programación de las mismas a efectuarse por el Programa Nacional de investigación, así como el incremento de colaboración en otras instituciones.

Durante este año, se encontraron materiales más tolerantes a la Mustia Hilachosa, y por, primera vez se entregó a los agricultores una variedad tolerante a este limitante enfermedad producida por el Programa Interinstitucional de Fríjol de Costa Rica, la cual fué denominada Cariari. Guatemala entregó una variedad más precoz y más tolerante al BGMV que las ya conocidas ICTA Quetzal e ICTA Tazumal, y que recibió el nombre de ICTA OSTUA. Costa Rica y Cuba adoptaron Negro Huasteco y Centa Tazumal, y, en México, en la región de las Huastecas, la variedad Negro Huasteco 81 fué definitivamente adoptada por los agricultores sobre la tradicional Jamapa.

Para ayudar a los países, en su producción de semilla básica se envió cantidades sustanciales de semilla a República Dominicana, Cuba, Honduras y El Salvador. Los estudios económicos en Guatemala indicaron que las variedades mejoradas para el Sur Oriente fueron adaptadas por los agricultores de el Peten, y que su limitante es la consecución oportuna de semilla. En Honduras y El Salvador las predicciones son que las nuevas líneas en proceso de ser entregadas a los agricultores no tendrán problemas de comercialización y que serán fácilmente adoptadas por el consumidor. Costa Rica por primera vez se convirtió de importador en un país exportador, no solo de fríjol para consumo sino también de semilla básica y certificada.

Actividades de Investigación

APION

Por varias razones la Red de Investigadores de Apion en Centroamérica desapareció en 1984/85. Por lo tanto, con la incorporación del Entomólogo del Programa de Fríjol del CIAT se inició su reestructuración, y, para ello se entrenaron en CIAT tres técnicos de: Guatemala, Nicaragua y El Salvador. Con ellos se prepararon 6 juegos del vivero internacional de Apion los cuáles serán sembrados 2 en Guatemala, 2 en Honduras, 1 en El Salvador y 1 en Nicaragua. Estos viveros están todavía sin evaluar.

Se nombró, con fondos del Proyecto, un Técnico en Honduras para que se encargara de las investigaciones de Apion para la región. Con el se sembraron los siguientes ensayos.

1. Vivero Internacional de Apion (voluble)

2. Vivero Internacional de Apion (arbustivo)

3. Efecto de épocas de siembra en la expresión de resistencia a Apion.

4. Efecto de la distribución de material en el campo sobre la expresión de resistencia a Apion.

5. Evaluación de daños causados por Apion en variedades resistentes y susceptibles.

6. Comparación de métodos de muestreo para Apion.

7. Estudio de la fenología de Apion.

Estos ensayos se encuentran para evaluar en la primera semana de Enero de 1987.

Mosaico Dorado del Fríjol

Durante este año se lograron resultados muy especiales ya que por primera vez se encontraron líneas provenientes de cruzamientos con las fuentes de resistencia: A 429, DOR 302 y DOR 303, que mostraron verdadera resistencia a esta enfermedad. Estos materiales no solamente incluyen granos negros, rojos, moteados, canarios y azufrados, sino también materiales de interés para otros países fuera de la región como Brasil.

También ICTA liberó una línea más tolerante al BGMV que las entregadas en 1979, la cual fué bautizada ICTA OSTUA y no solamente tiene la ventaja de ser más resistente sino también tolerante a la mustia y más precoz.

Los materiales que muestran resistencia en Guatemala también se comportaron tolerante al virus en República Dominicana, El Salvador y México. Así como, se encontraron nuevos materiales más resistentes a la enfermedad, los cuáles están siendo usados como padres para incrementar aún más la resistencia a este virus.

MUSTIA HILACHOSA

Se continuaron evaluando en Costa Rica un gran número de poblaciones segregantes provenientes de padres altamente tolerantes. Muchas de ellas mostraron alta tolerancia a la Mustia. Además de estar agronómicamente adaptadas a la región, un buen número de ellas fueron superiores a la variedad tolerante testigo, Talamanca, tanto negras como rojas.

Así mismo, se evaluaron dos viveros VEF - Grano Rojo; 2 VPN - Grano Rojo y 4 VIM. Además se sembraron 200 cultivares criollos y 1000 nuevas entradas del Banco de Germoplasma (BG 941 - BG2000). De estos materiales se seleccionaron 5 a saber: BG 1215, BG 1189, GB 1223, BG 1247 y BG 1260.

Basándose en datos de rendimiento y severidad las mejores líneas del vivero Internacional de Mustia fueron:

Línea	Severidad	Rendimiento Gr/Parcela de 1.2 mts. 2
MUS 37	5.50	80.4
HT 7700	5.50	77.4
XAN 205	5.50	74.2
A-237	5.75	75.1
RAB 73	5.75	63.4
XAN 225	5.75	52.8
MUS 30	5.75	44.5
MUS 33	5.75	34.2
RAB 377	5.75	32.1
XAN 222	6.00	68.6
HT 7719-5-2-M	6.00	67.7
XAN 176	6.00	65.9
RAB 408	6.00	65.9
BAT 450	6.00	64.1
ICTA 883-2-M	6.00	64.8
HT 7716	6.00	48.8
XAN 197	6.00	47.3
NEGRO HUASTECO	6.00	45.2
NAG 20	6.00	44.3
ORGULLOSO	6.00	31.9
MUS 29	6.00	29.2
MUS 36	6.00	29.1
TALAMANCA (TOLERANTE)	6.10	37.9
BAT 1155 (SUSCEPTIBLE)	8.00	9.3

Además se realizaron ensayos de control de la enfermedad por medio de prácticas culturales tales como: rotación de cultivos, densidad de siembra, y diferentes distancias de siembra en plano vs. lomillo.

Se demostró claramente el beneficio del uso de la práctica "siembra en lomillo o camellón". Obteniendo mayor rendimiento y menos porcentaje de severidad a mustia, sobre el sistema en plano. El sistema en lomillo permite una mayor aireación y mejor drenaje. (Ver Cuadro 1).

Se continuaron trabajos sobre herbicidas para la formación de coberturas así como en el estudio de su efecto sobre el hongo causante de la enfermedad y otras especies presentes en la microflora del suelo.

Se siguieron ensayos sobre control con fungicidas a base de estaño tales como Supertin (48%), Brestan (60%) y Duter (40%), los que continuaron siendo superiores al tradicionalmente usado: Benlate. Así mismo se está determinando la frecuencia ideal y el intervalo de aplicaciones. Supertin y Benlate están actualmente siendo comparados por su habilidad para afectar la infección sistémica del hongo, y también se tienen ensayos con resultados promisorios de 2 fungicidas aplicados al suelo, con el fin de reducir el inóculo inicial. Estos son tolcofloxmethyl (Rhizolex) y PCNB.

Lo más sobresaliente que se puede mencionar sobre control integrado de esta enfermedad es que en parcelas comerciales los fungicidas baratos a base de estaño fueron superiores a Benomil, lo que permitió bajar los costos del control de la enfermedad en un 25%.

CONTROL DE BABOSAS

Se continuaron ensayos a base del cebo peletizado utilizando un medio a base de maíz en masa mezclado con Sevin, Dipterex o Lannate y Benzoato de Sodio como un inhibidor de fermentación.

Este cebo fue utilizado en investigación de fincas y en parcelas demostrativas para su transferencia a los agricultores, quienes ya se encuentran adoptando esta tecnología.

VIVEROS

Durante 1986, los Programas Nacionales de los países que incluye el Proyecto se reunieron, tanto en Centroamérica como en el Caribe, para programar los cruzamientos que CIAT debe efectuar para los diversos sub-proyectos regionales.

Además, el esquema previo se mejoró a través de la adopción de un Vivero Centroamericano constituído con los mejores materiales segregantes de los diferentes viveros específicos y los VICAR. En este Vivero Centroamericano entran todos los mejores materiales desarrollados por cada Programa Nacional reforzando así la transferencia horizontal en la región.

Además se continuó la transferencia vertical desde CIAT a través de proyectos específicos hechos para cada país y los VA's o VEF's así como también la continuación y envío de IBYAN's.

VIVERO DE ADAPTACION (VA)/VIVERO EQUIPO FRIJOL (VEF)

En este año en lugar del VA se sembraron viveros del equipo de fríjol (VEF), -granos rojos, negros, rojos volubles y moteados. El de color rojo pequeño se entregó a Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala y Cuba; el de color negro se sembró en Guatemala, Costa Rica, Cuba y México; y el VEF moteado se sembró en Cuba, Republica Dominicana y Panama.

En enero de 1986 representantes de los diferentes programas nacionales se reunieron en el IICA, en San José, Costa Rica, para discutir los resultados de los VA/85 y programar sus actividades en 1986. Por primera vez en mayo de 1986 se realizó una reunión similar en CESDA, Republica Dominicana; de los países del Caribe y Panama; en ambas reuniones se decidió la formación de un Vivero de Adaptación a nivel regional, que se denominará VIDAC. La mayoría del vivero escara compuesto con líneas de los Programas, y solamente algunas del Programa de Mejoramiento del CIAT. Esto permite que se incremente la transferencia horizontal entre los países del Proyecto de acuerdo con sus necesidades.

VINAR's y EPR's

El Proyecto colaboró en la preparación de los EPR's (Ensayos Preliminares de Rendimiento) y de los VINAR's (Viveros Nacionales de

Rendimiento), con la entrega de semilla básica para los mismos. Dicha distribución se realizó de la siguiente manera:

EL SALVADOR: RAB 203, RAB 58, RAB 204, 4AB 213, ZAV 8344.
HONDURAS: RAB 34, RAB 39, RAB 49, RAB 50, RAB 52, RAB 205, RAB 142.
GUATEMALA: Porrillo 70, Negro Huasteco 81, XAN 112, HT 7716, HT 1719, BAT 450, XAN 93, BAT 76, REV. 81, XAN 90, NAG 101, DOR 2271, NAG 97.
COSTA RICA: BAT 76, HT7716, HT 7719, XAN 90, BAT 1449.
REPUBLICA DOMINICANA: MCD 251, PAT 11, PAT 6, PAT 9, RIZ 30, PAD 43.

VICAR's

Se hicieron los análisis parciales de los VICAR Rojos 85 de 18 localidades y VICAR Negros 85 de 18 localidades y fueron entregados al Coordinador de los VICAR de este año. correspondiente a El Salvador, por efectuarse allí la Reunión del PCCMCA. Entre las variedades Rojas sobresalieron por rendimiento: RAB 58, RAB 204, RAB 213, RAB 59, RAB 203 y CENT IZALCO. Todas ellas se están evaluando a nivel de fincas y alcanzaron rendimientos promedios entre 1400 kgs/h. Se enfatiza en la comparación de los rendimientos de grano rojo y grano negro porque indican que se ha progresado por rendimiento con el programa éstas hasta hace pocos años eran inferiores a las variedades mejoradas de testa negra (aproximadamente en un 30 a un 40%). Debe anotarse que también se ha ganado en la estabilidad del color del grano en los materiales rojos (Gráficas 1 y 2).

Para la siembra de 1987 se distribuyeron 32 VICAR's, a El Salvador, Nicaragua, República Dominicana, México, Costa Rica y Honduras, los cuales incluyen materiales propuestos por los Programas Nacionales durante la reunión del PCCMCA. Además, se envió a países fuera de la región, tales como: Venezuela y Puerto Rico.

ENSAYOS Y PRUEBAS DE FINCA

En la mayor parte de las áreas de producción de fríjol del Proyecto y en las cuáles se ha realizado el diagnóstico de los problemas de la producción del cultivo, las enfermedades transmitidas por semillas frecuentemente son las responsables de los bajos rendimientos. Esta es la razón para que el mayor énfasis del trabajo en finca se oriente hacia la comprobación de las bondades de variedades y/o lineas que han sido seleccionadas por resistencia a enfermedades, con un manejo agronómico apropiado. El Proyecto ha localizado semilla con este propósito en los siguientes países:

GUATEMALA. En el primer semestre se sembraron en el Oriente 83 parcelas de transferencia con la variedad ICTA OSTUA, a cargo de extensionistas de DIGESA. Se registraron rendimientos calculados desde 500 kgs/ha, la más baja en una siembra de asociación con maíz, hasta 3.400 kgs/ha en una de monocultivo.

En parcelas de siembra de segunda, DIGESA compró 600 libras de ICTA OSTUA a los agricultores que obtuvieron la mejor semilla, en primera y sembraron 66 parcelas de transferencia. Se estudia la aceptabilidad del ICTA OSTUA en estas áreas.

En el Petén con el ICTA se realizó la siembra de un Ensayo Varietal de 30 entradas, en tres localidades con 3 repeticiones, que sirvio para comprobar la superioridad de ICTA Tamazulapa en esas condiciones (Mustia Hilachosa, el mayor problema). Tambien con ICTA se sembraron parcelas de prueba con la variedad ICTA Tamazulapa. A pesar de que las condiciones ambientales no favorecieron los rendimientos evaluaciones preliminares, mostraron una aceptabilidad por parte de los agricultores del 65%. Además, se vendieron a través de distribuidores en bolsas de 5, 10 y 25 libras la misma variedad a los agricultores. A pesar de las condiciones ambientales en esta época de siembra, los agricultores que la usaron aseguran que seguirán sembrando esta variedad.

Los resultados en 3 localidades por 4 repeticiones indican que la rentabilidad para los mejores tratamientos osciló entre un 60 y un 144%.

HONDURAS. Se sembraron nueve ensayos varietales distribuidos en cinco localidades: 2 en Olancho, 2 en Talanga, 1 en Esperanza, 2 en Yoro y 2 en Occidente. Basándose en los datos de carga aparente, precocidad y sanidad sobresalen las líneas: RAB 205, RAB 50 y Compuesto Hondureño (RAB 205 + RAB 50 + RAB 49).

En el Paraíso se sembraron 40 parcelas de Prueba de RAB 205 y RAB 50. A pesar de la sequía prevaleciente, la mayoría llegaron a su cosecha. Los agricultores se encuentran satisfechos, por la precocidad de ambos materiales, los cuales fueron supervisados por los extensionistas de la región.

EL SALVADOR. En la región paracentral se establecieron ensayos varietales que incluyen las variedades RAB 204, RAB 213, RAB 58, MMS 101, Rojo de Seda, Centa Izalco. El testigo del agricultor se mostró muy afectado por bacteriosis común y mosaico común (BCMV). En un menor grado lo estaban MMS 101, Rojo de Seda del Centa y el Centa Izalco con ambas enfermedades. RAB 204, RAB 213 y RAB 58 mostraron menor grado de síntomas de bacteriosis común, pero en ningún caso reacción a BCMV, con lo cual se probó que estas líneas tienen incorporado el Gene I.

El RAB 58 se mostro tardío en todas las localidades, y en la mayoría por esta razón se perdió. RAB 204 se observó superior y fue sembrado en parcelas de validación y demostración en la segunda época de siembra.

En Santa Cruz, con Porrillo se inició un estudio de materia- ICTA 883-2-M, Talamanca, ICTA CU-85-11, ICTA CU 85-15, ICTA Tamazulapa, NAG 125, y de grano Rojo; RAB 70, XAN 155, RAB 383.

COSTA RICA. A nivel de agricultor se sembraron ensayos que incluían dos líneas negras tolerantes a Mustia Hilachosa las que muestran ventajas sobre Talamanca, si se presentan condiciones favorables para el desarrollo de Antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum). Estas líneas, candidatas a liberarse en un futuro próximo, son; HT 7719

(Porrillo Sintético x BAT 76), ICTA 883-2-M (ICTA 81-8 x 83). De estas líneas se entregaron durante el año 100 lbs de semilla genética al MAG y CNP. Para el trabajo de Fríjol Tapado, con la Universidad, se ensayaron RAB 58, RAB 50, ICTA Precoz 2 e ICTA Precoz 3, las cuáles fueron superiores a las variedades locales.

CUBA. El trabajo de evaluación de materiales promisorios avanzados ha sido muy efectivo y reemplazará en un futuro cercano a ICA-Pijao, que se tornó muy susceptible a la Roya. Las líneas promisorias son: BAT 58 negro, BAT 304 negro, BAT 832 negro, BAT 518 negro, ICA 23 rojo, BAT 482 blanco y A 336 crema.

MULTIPLICACION DE SEMILLA.

Durante el presente año se multiplicó y entregó semilla a República Dominicana, Cuba, Nicaragua, Costa Rica, Guatemala, Panama y Honduras. Se espera incrementar acciones mas concretas de producción de semilla, ya que la falta de ella es el cuello de botella para que los agricultores puedan adoptar las nuevas variedades, de una manera efectiva y rápida.

CAPACITACION

Se siguió, de acuerdo con las necesidades de los Programas Nacionales, la capacitación por medio de cursos regionales, reuniones en los países, talleres y visitas de científicos nacionales a otros programas de la Región. En estas actividades participaron candidatos de todos los países de la región. La mayor parte de los cursos fueron dedicados a la formación de investigadores en fincas y se utilizó el método de realizar los cursos en 3 fases, lo cual permite aumentar la eficiencia en la enseñanza de "aprender haciendo" y, por otra parte los involucra más directamente, logrando así que las instituciones nacionales se sientan obligadas a darles mayor apoyo con el fin de observar los resultados finales obtenidos por los participantes.

Se capacitarán 113 técnicos nacionales, en talleres y 213 en cursos con mayor énfasis en investigación en fincas, ya que la mayoría de los Programas Nacionales tienen materiales mejorados que necesitan ser transferidos al agricultor. Los cursos sobre investigación se llevaron a cabo en El Salvador, Nicaragua y Honduras (Ver cuadros 2, 3 4, 5 y 6). El curso sobre Producción de Fríjol se lo orientó hacia investigación, transferencia y promoción de nuevas variedades de fríjol a nivel de finca y se realizó en Costa Rica, Cuba y México (cuadros 7, 8 y 9). Asimismo, se colaboró con el programa de Costa Rica en un curso de Análisis Económico y Pruebas de Finca (cuadro 10). Se realizó un curso sobre Uso de los Microcomputadores en investigación de fríjol en Guatemala (cuadro 11). Con la Unidad de Semillas de CIAT se efectuó también en fases, un curso para promover la producción de "Semilla Artesanal", el cual se llevó a cabo en Guatemala (cuadro 12). Como punto sobresaliente, podemos anotar que en este curso se contó con la participación de agricultores líderes, así como de los extensionistas de la región, de donde provenían dichos agricultores. Este curso servirá de piloto para la región, puesto

que, es uno de los cuellos de botella en la producción de semilla para la adopción de las nuevas variedades.

Atendieron el Curso Multidisciplinario y Especialización en varias disciplinas, en CIAT, 23 técnicos (cuadro 12). Dos candidatos a M.Sc. de Panamá y Guatemala continúan sus estudios y un candidato de Guatemala terminó su investigación en CIAT regresando a su país de origen.

El Proyecto auspició la visita de técnicos nacionales a otros programas de la región, con el fin de recibir capacitacion o familiarizarse con nuevas técnicas o escalas de evaluación. Asimismo, muchos de ellos colaboraron en cursos en otros países asesorando a otros programas nacionales en sus especialidades (cuadro 14).

Se colaboró y participó en varios talleres regionales. En CIAT-Cali, se efectuó un Taller sobre Metodología para la Evaluación Rutinaria de las Características de Aceptabilidad del Frijol. La estandarización de métodos para determinar estas características varian de pais a país, y por lo tanto, se está auspiciando la creación de una red regional que utilice métodos de evaluación similares (Cuadro 15).

En colaboración con la Secretaria de Estado de Agricultura de República Dominicana, se realizó un taller sobre Mustia Hilachosa del fríjol, a nivel nacional (cuadro 16); y a nivel regional, y con la participación del equipo interinstitucional de Costa Rica (MAG, CNP, UCR, UNA, ONS y CIAT) se llevó a cabo un taller, en el cual participaron técnicos del Proyecto, científicos de CIAT y Estados Unidos. En este taller se examinaron los programas realizados y se programaron los trabajos a realizar en el futuro (cuadro 17).

En enero se hizo un taller de Viveros de Adaptación en en Costa Rica con los mejoradores de los países de Centroamérica. En este taller se estableció un cronograma de flujo de materiales con un ciclo de VA's cada 2 años. De esta manera, en 1986 los mejoradores se dedicaron a la evaluación de padres potenciales (bloque de cruzamientos y otros viveros de CIAT); poblaciones ya existentes de los proyectos regionales (Mustia Hilachosa, BGMV, Apion, etc.). Durante este taller se acordó que en 1987 se volverían a reunir para planear los cruzamientos a realizar con entrega de F2 en septiembre. Se acordó que en CIAT se incrementaran los candidatos que forman el VIDAC que es el Vivero de Adaptación a nivel Centroamericano. Se acordó que el año de 1988 se dedicara a la selección y en 1989 habrá otro VIDAC, el cual estará formado con líneas de los cruzamientos especialmente planificados para Centroamérica (cuadro 18). Un taller con objetivos similares se realizó en Republica Dominicana con la participación de Jamaica, Haiti, Puerto Rico, Guadalupe y Panama por ser un país consumidor de fríjol caribeño. Las conclusiones fueron muy similares, pero la multiplicación de los materiales para el VIDAC se realizará en Puerto Rico (cuadro 19).

REUNION DE COORDINACION

Coincidiendo con la reunión del PCCMCA, en El Salvador, se efectuó la reunión de Coordinación del Proyecto, a la cual se invitaron 2 participantes por país. El coordinador del Programa de Fríjol en El Salvador, sirvió de coordinador y en ella se discutieron las actividades a realizarse, tanto a nivel de CIAT hacia la region, como horizontalmente entre los países y a través de los sub-proyectos específicos de cada país. Se buscó la participación activa de los colaboradores para que se tomaran las decisiones, tanto en generación de tecnología, como en capacitación del personal del Proyecto. Participaron representantes de México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panama, República Dominicana y El Salvador (cuadro 20).

REVISION DEL PROYECTO

Un equipo formado por científicos Suizos y con la participación de un científico del equipo de Fríjol del CIAT efectuaron la evaluación del proyecto con el fin de estimar los progresos realizados en la región e indicar a COSUDE la necesidad de continuar auspiciándolo con las modificaciones necesarias, de acuerdo con la evolución de los Programas Nacionales.

PLANES FUTUROS

El proyecto nombrará un fitomejorador para la región con el fin de continuar ayudando en la programación de los cruzamientos específicos de cada Programa Nacional y en la evaluación de los materiales generados por los mismos. El fitomejorador tendrá como sede Costa Rica.

En capacitación se continuarán los programas iniciados en 1986 en Costa Rica, El Salvador, Nicaragua y Honduras. Además se iniciarán cursos similares en El Salvador (Zonas 1 y 2) y República Dominicana. Técnicos del CIAT y de la region participarán en el curso de Producción de Frijol en Cuba. Con la Unidad de Semillas se realizaran cursos de producción de semilla artesanal en El Salvador y Honduras. En cuanto a talleres y reuniones, se efectuara un taller sobre investigación en Apion a nivel regional y se continuara con los talleres de evaluación de VA's así como de un taller a nivel de campo con visitas a todos los países participantes en Centroamérica y el Caribe. El taller de Apion se efectuará en Honduras y los talleres de VA'sfen Costa Rica y Cuba.

Durante la reunión de Coordinación del Proyecto, que se efectuará coincidiendo con el PCCMCA en Guatemala, en marzo de 1987, se integrara el "Comité Ejecutivo" del Proyecto, que estará formado por los coordinadores de los Programas Nacionales de la Región. Este Comité Ejecutivo tendrá a su cargo la programación de los sub-proyectos de investigación a realizar por cada país, determinar el financiamiento de cada sub-proyecto e igualmente planificar la capacitación a diferentes niveles.

Se incrementará y reforzarán las reuniones anuales de los programas nacionales con el fin de coordinar mejor las actividades de las instituciones nacionales de investigación, extensión, crédito, mercadeo, etc. que tengan que ver en el proceso de adopción de los nuevos materiales por parte de los agricultores.

Cuadro 1. Rendimiento gr/parcela de 7.2 m 2 en los sistemas de siembra, con y sin aplicación fungicida.

Tratamiento	% Severidad	Rendimiento (gr./Parcela)
Huetar Lomillo con fungicida	15	247
Huetar plano con fungicida	18	216
Huetar Lomillo sin fungicida	25	93
Huetar plano sin fungicida	40	58
Rab 64 Lomillo con fungicida	12	333
Rab 64 plano con fungicida	16	247
Rab 64 Lomillo sin fungicida	25	241
Rab 64 plano sin fungicida	30	206

Participación de Agronomo en reuniones, Seminarios, giras y talleres de Trabajo, Evaluaciones, etc.

El Peten 9 al 11 de Enero/86	Reconocimiento de areas de estudio
República Dominicana 13 al 17 de Enero de 1986	Taller de Mustia Hilachosa
CIAPAN Mexico 20 al 25 Enero de 1986	Gira de trabajo con GEG y Personal INIFAP.
CIAT - Colombia	Revisión anual CIAT y Revisión Interna del Programa de Fríjol.
Sur Oriente, Guatemala 10 - 15 de Febrero de 1986	Siembra viveros BGMV e Incremento del material seleccionado.
MAG, Cuba 18 - 25 de Febrero de 1986	Curso de Producción de fríjol.

Giras de Evaluación Tomeguin Pinar del Rio, Velazco.

Escuintla, Guatemala 3 al 4 de Marzo de 1986	Primera evaluación ensayos asociados con caña.
Honduras, 3 regiones 11 - 14 de Marzo de 1986	Revisión y datos de ensayos del año anterior.
San Salvador, El Salvador 17 - 22 de Marzo de 1986	XXXII Reunión PCCMCA.
Jutiapa, Guatemala 25 - 27 de Marzo de 1986	Observaciones primera evaluación BGMV e incrementos.

Escuintla, Guatemala 4 Abril de 1986	Evaluación de ensayos de fríjol con caña de azúcar.
Comayagua, Danli, Honduras 8 - 10 de Abril de 1986	Reunión del Programa de fríjol, Secretaría de Recursos Naturales
Centa, El Salvador 11 - 12 de Abril de 1986	Entrega de Vicar recibidos con Análisis varianza.
Retalhuleu, Guatemala 15 - 16 de Abril	Reunión con agricultores de la región para comentar resultados 85.
San José, Costa Rica 22 - 24 de Abril de 1986	Presentación de resultados del Programa de fríjol y planes del proyecto 1986.
Leon, Chinaldega, Nicaragua 25 - 26 de Abril de 1986	Revisión de siembras del programa de fríjol y recibir semillas de selecciones de cruzas orgulloso para Vicar.
CENCAP, El Salvador Abril 29 - Mayo 9 de 1986	Curso de Investigación en fincas primera fase.
Jutiapa, Guatemala 15 - 17 de Mayo de 1986	Preparación de Vicar 86 y semillas de viveros para investigación en fincas.
Honduras (todas las regiones) 19 - 23 de Mayo de 1986	Entrega de semillas de viveros para investigación en fincas.
Centa, El Salvador 28 - 29 de Mayo de 1986	Revisión de datos y entrega de semillas de viveros para investigación en fincas.

Jutiapa, Guatemala 2 - 4 de Junio de 1986	Evaluación de viveros y siembras de Agricultores.
CIAT, Colombia 9 - 15 de Junio de 1986	Reunión de trabajo sobre investiga - ción en fríjol Inifap de Mexico y CIAT.
Jutiapa, Guatemala 18 - 19 de Junio de 1986	Inventarios de stocks semillas
ICTA, Guatemala 10 - 11 Julio de 1986	Reunión con personal fríjol ICTA y transferencia digesa.
Mag, El Salvador 17 - 19 de Julio de 1986	Seguimientos a ensayos de finca en San Vicente y evaluaciones de materiales en Santa Cruz Porrillo y Monjas.
IICA, Costa Rica 22- 26 de Julio de 1986	Curso de Investigación en finca y difusión de variedades.
S.R.N., Honduras 29 Julio - 1 de Agosto de 1986	Revisión de ensayos y pruebas de finca El Paraíso y viveros en Zamorano.
ICTA, Guatemala 3 - 8 de Agosto de 1986	Curso de Microcomputación (organización y apoyo administrativo)
Guatemala, Regiones V y IV 18 - 22 de Agosto de 1986	Preparativos de gira y visitas comisión evaluadora del proyecto.
Honduras, Región occidental 18 - 22 de Agosto de 1986	Semillas para ensayos en fincas y viveros de segunda en Honduras
Mag, El Salvador 3 - 4 de Septiembre de 1986	Seminario de política de Investiga- ción Mag.
Honduras, Aguascalientes	Semillas para SRN, Ensayos en fincas

9 de Septiembre de 1986	
El Salvador 10 de Septiembre de 1986	Entrega de vicares CIAT, VICAR's, semillas para ensayos en finca en la región.
Guatemala, Barcenas 12 - 13 de Septiembre de 1986	Organización de semillas para ensayos en finca en la región.
Aguacaliente, Honduras 17 de Septiembre de 1986	Entrega de Chevrolet luv P80787 a Oswaldo Díaz A.
Costa Rica 18 - 20 de Septiembre de 1986	Revisión de planes de trabajo participantes curso de investigación en fincas y planes viajes con Dr. G. E.G.
El Salvador 24 - 27 de Septiembre de 1986	Siembras de ensayos en Santa Cruz Porrillo y Candelaria y Muestras para INCAP.
Costa, Guatemala 24 - 27 de Septiembre de 1986	Revisión de ensayos con personal frijolero del ICTA.
Jutiapa y Monjas Guatemala 3 - 4 de Octubre de 1986	Cartilla de iniciado a Julio Cesar Villatoro reemplazo de Andres en Mosaico Dorado.
Honduras 7 - 10 de Octubre de 1986	Revisión de ensayos, parcelas y modulos en fincas y revista al programa de tecnología rural "PTR".
Costa, Guatemala 16 al 17 de Octubre de 1986	Gira de trabajo con equipo de fríjol y evaluación VIM.
Sur Oriente, Guatemala 22 - 24 de Octubre de 1986	Revisión de parcelas ICTA, Ostua 7 localidades y curso de fríjol a 11

	estudiantes de Capa.
Cuyuta, Guatemala 28 de Octubre de 1986	Evaluación VIM
Sur Oriente, Guatemala 29 - 30 de octubre de 1986	Evaluación de materiales en Jutiapa, Monjas y frontera con El Salvador
Costa Rica 3 - 8 de Noviembre de 1986	Taller de Mustia Hilachosa
Sur Oriente, Guatemala 11 - 12 de Noviembre de 1986	Gira con Rolando Lara, M. Ruiz, para revisión programa de fríjol y parcelas de transferencia de Icta Ostua.
Oriente, El Salvador 13 - 14 de Noviembre de 1986	Día de Campo en San Miguel para agricultores con parcelas de transferencia de Centa Izalco y nuevos materiales en ensayo. En San Vicente preparación de la demostración RAB 204.
Veracruz, Mexico 19 - 25 de Noviembre de 1986	Curso de producción de fríjol INIFAP-CIAT
El Salvador, Costa Rica 25 - 30 de Noviembre de 1986	Gira de trabajo con Aart van Schoonhoven y Guillermo E. Galvez
Jutiapa, Guatemala 1 - 5 de Diciembre de 1986	Curso de producción artesanal de semillas.

Viajes efectuados por el coordinador del Programa de Fríjol de Centroamerica y el Caribe durante 1986

Santo Domingo, R.D.	12 - 17 de Enero	Asistir al taller de Mustia Hilachosa de Fríjol.
Los Mochis, Mazatlan Mexico	19 - 25 de Enero	Revisión del Programa de fríjol en Sinaloa (Costa del Pacífico)
Cali, Colombia	Enero 26-Febrero 8	Revisión anual del CIAT y Revisión Interna del Programa de Fríjol.
Honduras, Guatemala	17 - 20 de Febrero	Taller de babosas en Tegucigalpa y revisión del programa de fríjol en Guatemala.
Managua, Nicaragua	27 de Enero	Revisión del Programa de fríjol de Nicaragua.
El Salvador, La Habana Cuba	16 - 27 de Marzo	Asistir a la reunión del programa de fríjol, a la reunión del PCCMCA en El Salvador y revisar el Programa de fríjol en Cuba.
Guatemala	1 - 2 de Abril	Consultas con personal ICA y Silvio Hugo Orozco de CIAT.

Managua, Nicaragua	6 - 9 de Mayo	Entrega de semilla al Programa Nacional de fríjol de Nicaragua.
Guadalajara Los Mochis, México	11 - 17 de Mayo	Visitar viveros de Mosaico Dorado con el Dr. Francisco Morales de CIAT.
Cali, Colombia	20 - 39 de Mayo	Consultas con equipo de fríjol y Microbiología en CIAT.
Cali, Colombia	8 - 17 de Junio	Viaje con el grupo administrativo del INIFAP y los fitomejoradores del programa de fríjol del mismo.
Honduras, El Salvador	24 - 26 de Junio	Visita en Honduras a las nuevas autoridades y EAP; visita a la Universidad de El Salvador Proyecto de Microbiología, a los Directivos del Centa y al Programa de fríjol.
Managua, Nicaragua	3 de julio de 1986	Visita Vice ministro y director de granos básicos para planificación de la visita de los revisadores del programa de fríjol de centroamérica y el Caribe.

Guatemala, El Salvador	5 - 11 de Julio	Revisión de proyecto de Rhizobium con la Dra. J. K. Nolt.
Santo Domingo, R. D.	21 - 24 de Julio	Visita de Freddy Saladin y Juan Díaz para planear visita de revisadores del programa de fríjol de Centroamerica y el Caribe.
Estados Unidos	9 - 17 de Agosto	Atender reunión APS y APS-CD como Secretario-Tesorero, reunión de Mosaico Dorado en la Universidad de Florida.
Guatemala, El Salvador	1 - 7 Septiembre	Asistir Seminario transferencia de Tecnología en San Vicente.
Cali, Colombia	9 - 18 de Septiembre	Consultas Directivos CIAT acerca revisión del Programa de fríjol de Centroamérica y el Caribe.
El Salvador	23 - 25 de Septiembre	Revisión de pruebas de finca en San Vicente, El Salvador.
Guatemala, El Salvador	Octubre 28 - Nov. 1	Revisar trabajos de campo en Guatemala y el Salvador con Silvio H. Orozco y J. K. Nolt.

Cali, Colombia	8 - 17 de Noviembre	Revisión anual programa fríjol de Cuba, recibir materiales para el Caribe en CIAT, Palmira.
Santo Domingo, R. D.	10 - 14 de Noviembre	Presentación nuevas variedades autoridades de la Secretaría de estado de Agricultura, revisión programa fríjol con Dermot Coyne del Título XII.
Cali, Colombia	2 - 7 de Diciembre	Consultas en CIAT y entrega del informe anual.
Tegucigalpa, Honduras	18 - 21 de Diciembre	Revisión anual del programa de fríjol.

2. Brasil

Durante 1986 se continuó en una estrecha colaboración entre el CIAT y Brasil. El desarrollo de germoplasma se realizó a través de la evaluación de los cruces realizados conjuntamente en Brasil de la selección de líneas conformadas en el CIAT antes de su embarque a Brasil. Hacia finales del año 1986, todas las poblaciones segregantes estaban en generaciones F_4 - F_5, listas para los ensayos de adaptación en diferentes estados, a lo largo de todo el país.

Desarrollo de Germoplasma para Brasil

El programa de fríjol en 1986 enfatizó las evaluaciones del rendimiento de poblaciones en generaciones tempranas, para facilitar la selección rápida de las mejores poblaciones, a partir de las cuáles se puedan extraer las mejores líneas. Las poblaciones se sembraron en el campo utilizando un diseño de lattice con dos replicaciones. Se cosecha una vaina por planta para avanzar a las posteriores generaciones. La semilla obtenida de estas vainas se sembró luego en tres estaciones experimentales.

En Palmira, se enfatizó, el potencial de rendimiento, donde se aplicaron altos insumos y control químico para promover la máxima producción.

Los campos en Quilichao se fertilizaron y después se inocularon con los patógenos causantes de la mancha foliar angular y el añublo bacteriano.

Las plantas en Popayán se inocularon con antracnosis. Se selecionarán las plantas que presenten una combinación de alto rendimiento y buena resistencia a la enfermedad; de éstas, se realizarán posteriores selecciones por el color de grano comercial. En 1987 A en Quilichao, se realizarán pruebas de progenie, y las selecciones de éstas se hacen masalmente y se sembrarán en Quilichao como también en Palmira para evaluarse posteriormente por rendimiento y resistencia a la enfermedad. El material que se seleccione finalmente se enviará al Brasil a finales de 1987 para ser desarrollado posteriormente en las condiciones locales del CNPAF.

Se sembraron en Palmira, en 1986 A, un total de 736 poblaciones segregantes, y 589 poblaciones de éstas se enviaron a Quilichao en Agosto de 1986. Debido a una alta incidencia del añublo bacteriano y de la mancha angular de la hoja, sólo el 54% o sea 316 poblaciones, se seleccionaron para la siembra en Popayán en diciembre de 1986. Estas se sembraron en forma espaciada para permitir la selección individual por planta.

Como parte de un acuerdo entre CNPAF-CIAT, se envió ya un embarque de 208 poblaciones al Brasil en Diciembre de 1985 para su evaluación.

MEJORAMIENTO II DE FRIJOL 1985-86

Proyectos (Mejoramiento por carácter)	Cruces	Lín. Cod.	Poblaciones segregantes despachad.	País
Antracnosis	14	-	-	-
Mancha angular	3	-	-	-
Sequía	19	-	-	-
bajo fósforo			11 Dic./8	Brasil
Madurez	152	-	-	-
Potencial del rendimiento	211	-	-	-
Zonas (Despliegue de caract.)				
Brasil	105	343	197 Dec./85	Brasil
México	229	196	90 Apr./86	México
Argentina/Asia Occ.	169	222	55 Dec./85	Turquía
TOTAL	902	761	353	

Flujo de germoplasma a Brasil

En 1986, el CNPAF, recibió varios despachos de semilla a través de CENARGEN, los cuáles comprendieron líneas fijas ya establecidas solicitadas por los científicos Brasileros para sus proyectos de investigación. Las líneas recibidas se describen de la siguiente manera:

1. Frijoles de semilla blanca grande 18 líneas
2. Ensayos internacionales de anctracnosis de frijol 100 líneas
3. Líneas de habichuelas 236 líneas
4. Líneas de semilla negra de los VEF 1985 102 líneas
5. Líneas, Carioca, Crema, Pardo de VEF 92 líneas
6. Volubles de semilla roja VEF 1985 55 líneas
7. Líneas rosadas VEF 1985 135 líneas

Los mejoradores del CNPAF están seleccionando ahora, además de sus propios proyectos de cruzamientos, mas o menos de 200 poblaciones segregantes que entraron a Brasil a comienzos de 1985. Las evaluaciones se realizan según el énfasis del proyecto (e.g. enfermedades, condiciones de estrés ambiental tales como sequía y bajo contenido de P en el suelo, y alto potencial de rendimiento). Se sembraron en forma separada y en épocas diferentes según las condiciones climáticas más deseables los proyectos en los cuáles se investigó la mancha foliar angular, la roya y el añublo bacteriano común. Las poblaciones se manejaron utilizando un método de descendencia a través de una sola semilla, cosechando una vaina por planta, y tomando una semilla por vaina cosechada.

Cuando una población empleada en un proyecto de resistencia a determinada enfermedad demuestra ser demasiado susceptible a otra enfermedad, entonces se descarta la población entera. Se realizará selección de plantas individuales en las generaciones F_4. En la F_5, las líneas se evalúan simultáneamente en el campo en Irati, Paraná, por su reacción a antracnosis y en el CNPAF por su reacción a antracnosis, roya y mancha foliar angular.

EPR (Ensayos preliminares de Rendimiento) resultados 1984-1986

La segunda generación de los EPR finalizó en septiembre de 1986. Se reportaron los resultados parciales en el Informe Anual de 1985. Las tablas siguientes del 1 al 5 presentan las líneas sobresalientes y sus testigos comunes y locales de los EPR sembrados en 1985/86, el segundo año.

En los ensayos de la semilla color crema, las siguienes líneas ESAL: ESAL 506, ESAL 501 y ESAL 507, se desempeñaron muy bien el el norte y en el centro occidental como lo hicieron LM 21303, A 295 y 82 PVBZ 1783, A 251, 82 PVMX 1637, y A 321. El promedio de las 20 mejores líneas en cada localidad fué siempre mayor que el promedio de los testigos comunes. El promedio de rendimiento de los testigos locales en algunos lugares fué el mismo que el de los testigos comunes (tabla 1). Estas líneas también se desempeñaron bien en la región del lejano oeste de Brasil, en Vilhena, y Ouro Preto De Oeste-Rondonia (tabla 2).

En el EPR de semilla negra, obviamente la favorita fué LM 30074. Ella se presentó siempre entre las 10 mejores líneas en cada uno de los sitios evaluados (excepto en los campos de PESAGRO) en los dos semestres de evaluación. Esto indica que LM 30074 es la mejor línea con una amplia adaptación seguida por NAG 24, LM 20785, W 22-8 y 82 B VAN 39. El rendimiento de las 10 mejores líneas negras mejoradas y avanzadas fué significativamente mayor que el de los testigos comunes y locales. El alto desempeño de las líneas negras coincidió en los años donde la incidencia de la antracnosis fué baja (tabla 3).

Muchas de estas líneas son susceptibles a la antracnosis y por lo tanto, no pueden ser seleccionadas para participar en los ensayos de los diferentes estados. Para la parte sur del Brasil, la resistencia a antracnosis es de una alta prioridad. Las líneas de semilla de color negro también se evaluaron en el suroccidente y en el noroeste de Brasil. Las líneas NAG-15, DOR 218, 82B Van 40, y NAG 29 superaron el rendimiento de los testigos locales y comunes en forma significativa (tabla 4). Estos resultados son diferentes de aquellos obtenidos de las regiones donde se cultiva en forma tradicional el frijol negro.

Los EPR de semilla de color púrpura o marrón se sembraron solamente en tres localidades, en Ponta Grossa en Paraná, Ponte Nova - Minas Gerais y Anapolis - GOIAS. Las líneas mejoradas avanzadas presentaron poca ventaja; sinembargo, se observaron como promisorias LM 30013-0, LM 10069-0, 82 PVBZ, 1838 y BAT 41 (Tabla 5).

La tabla 6 resume el número de ensayos enviados, los resultados recibidos y el número de experimentos que se pueden realizar estadís-

ticamente a partir de los EPR 1984-1986. Cerca del 35% de los resultados pudieron analizarse y se espera un mejoramiento en el manejo de los ensayos con la reorganización de las responsabilidades de los EPR en el CNPAF.

El desempeño de la primera y de la segunda generación de los EPR se resume en la tabla 7. En general, el rendimiento general de la primera generación de los EPR fué mayor que el rendimiento de la segunda. Esto no ocurre solamente en las líneas experimentales pero también se presenta en los testigos locales y comunes. La diferencia del rendimiento entre las líneas mejoradas avanzadas (líneas evaluadas) y el testigo local y el testigo común, fueron mínimas. En la segunda generación el promedio del rendimiento de los testigos común y local fué notoriamente mejor que el de las líneas evaluadas. Se encontraron diferencias apreciables del rendimiento solamente entre el promedio del rendimiento de las 10 mejores líneas mejoradas y los testigos. Esto indica que al EPR entraron líneas mucho más inferiores y que existe una necesidad urgente para evaluar todas las líneas mejoradas avanzadas en diferentes localidades antes de que ellas ingresen al EPR. La tabla 8 muestra la frecuencia de las 20 mejores líneas avanzadas y mejoradas que participaron en la segunda generación de los EPR (1984 - 1986). Se incluye entre paréntesis el rango del rendimiento para cada línea.

Ensayos preliminares de rendimiento (EPR) 1986 - 1988

La tercera generación de los EPR empezó en Septiembre de 1986 y continuará hasta Septiembre de 1988. Este año, los EPR debieron modificarse en parte para satisfacer los requerimientos establecidos por diferentes instituciones estatales.

1) El EPR de Carioca se creó a través de la separación del grupo de Mulatiño. Existen muchas instituciones estatales en el sur, sureste, centro y centro occidental que desearían tener un EPR de Carioca y en cambio no desean EPR de colores crema. En el norte, donde dominan las variedades de semillas crema, pueden admitir los viveros de Carioca, si éstos se solicitan.

2) Los viveros de los EPR se harían más pequeños puesto que existen muchas instituciones estatales que no pueden manejar viveros grandes. Mediante la división del vivero en viveros más pequeños, se espera que puedan sembrarse los EPR en más localidades dentro de un estado.

3) Inclusión de los testigos elite en los EPR. Los testigos Elite se conformarán con las mejores líneas de los EPR evaluados previamente, lo cual suministrará una forma para evaluar el progreso de los EPR durante varias generaciones.

4) El CNPAF ofrecerá ensayos de observación a las instituciones estatales que tengan la capacidad para introducir más entradas, paralelas a los EPR. Estos ensayos de observación comprenderán hasta doscientas líneas de los tipos de semilla comercial de la región.

Para ejecutar este nuevo EPR, se asignarán tres coordinadores que acompañarán y serán responsables de los experimentos en las regiones, sur, centro occidental, y nor oriental de Brasil. Estos coordinadores ayudarán a los estados con los EPR a través de los ensayos regionales hasta la liberación de las mejores líneas como variedades. Se fomentarán encuentros regulares en las regiones para reunir los datos regionales. La composición de esta tercera generación de EPR se presenta en la tabla 9.

Ensayos en los Estados

EMGOPA

Las tablas 10 y 11 muestran los resultados de los ensayos en el estado de EMGOPA en seis localidades para los cultivares de semilla de color negra y de color crema, respectivamente. La línea LM30074, la mejor línea del EPR de 1985 se incorporó inmediatamente a los ensayos en el estado y demostró nuevamente ser la mejor línea cuando se comparó con ICA COL 10103, BAT 1647 y Porrillo Sintético, líneas que ocuparon los primeros lugares el año anterior. Porrillo Sintético se desempeñó bien no solamente en EMGOPA sino también en PESAGRO/RJ. Esto indica que Porrillo Sintético se adapta a las regiones con temperaturas relativamente altas. Por el contrario, FT 83-120 no se desempeñó bien en las condiciones de Goias aunque presentó mejor rendimiento que Rio Negro o Rio Tibaji en Paraná y Santa Catarina. Muchas de estas líneas negras sobresalientes, (con la excepción de FT 83-120), son susceptibles o muy suceptibles al añublo bacteriano común. En las líneas con semillas de color crema que también se evaluaron en seis localidades, el añublo bacteriano común también fué un factor limitante. El rendimiento de EMGOPA 201-Ouro, una línea con resistencia a la mancha foliar angular y a la antracnosis, se redujo drásticamente con el añublo bacteriano común en tanto que las líneas Carioca tradicionales, aunque se infestaron en forma severa con añublo bacteriano común y mancha foliar angular, dieron mejor rendimiento. Esto indica que el añublo bacteriano común redujo el rendimiento más que la mancha foliar angular y que los futuros trabajos de mejoramiento enfatizarán la resistencia al añublo bacteriano común para las líneas cultivadas en condiciones de temperatura relativamente alta. La producción comercial de semilla de EMGOPA 201-Ouro se puede mejorar para reducir la diseminación de la semilla infectada con añublo bacteriano común en todo el estado.

PESAGRO/RIO DE JANEIRO

La producción de fríjol de 55.000 Ton/año en el estado de Río de Janeiro es relativamente pequeña en comparación con otros estados tales como Paraná, Sao Paulo y Minas Gerais. Río de Janeiro sin embargo, consume la mayoría de los fríjoles negros que se producen en Brasil.

Rio de Janeiro tiene condiciones ambientales, las cuáles difieren en gran parte de otros estados. Las líneas negras sobresalientes tales como LM 30074, BAT 1647, ICA COL 10103 las cuáles se adaptaron

ampliamente en todo el Brasil no se han adaptado muy bien a la zona de Río de Janeiro. Las líneas PV 99 N, LM 30063, A 222, y EMP 84 procedentes de la primera generación de los EPR fueron las mejores en los ensayos de este estado (Tabla 12). Estas líneas se compararán con las mejores líneas de la segunda generación de los EPR (Tabla 13).

Los materiales de maduración temprana tienen una mayor demanda por muchos agricultores debido a que el ciclo corto del fríjol se ajusta bien con sus planes de rotación de cultivos, debido a que la tierra normalmente no se utiliza durante tres meses entre los dos cultivos principales. PESAGRO recibió un vivero de maduración temperana del CNPAF. Las mejores líneas de este vivero produjeron rendimientos significativamente superiores a los testigos y se presentan en la tabla 14. El rendimiento de grano más alto por día se obtuvo con 82 PVMX 1554 seguida por BAT 304, CNF 298 y CNF 302. Se utilizó la línea Capixaba Precoce (de semilla comercial) como un testigo y su rendimiento fué menor que BAT 304 (semilla básica). La diferencia de rendimiento de la misma línea genética puede ser resultado de la degradación de la calidad de la semilla a través de la producción de semilla comercial. Nuevamente, se necesita con urgencia el mejoramiento de la producción comercial de semilla.

EMPASC - Santa Catarina

Los ensayos en este estado se realizaron en tres localidades y demostraron la superioridad de las líneas FT 83-120, EMPASC 201, Chapeco, BAT 75, y A 226 en el grupo de semilla negra (tabla 15). Todas estas líneas son resistentes a la antracnosis. BAT 75 se infestó en forma severa con roya y no se incluyó de nuevo en los ensayos estatales.

Entre los tipos de semilla crema de color crema, Carioca se desempeñó un poco mejor que A 140 y A 266 (Tabla 15). Carioca 80 con resistencia a la antracnosis se desempeñó muy regularmente en comparación con la línea Carioca susceptible. Carioca (puntaje 5) es susceptible a la antracnosis y Carioca 80 (puntaje 1) es resistente. Sinembargo, la resistencia de Carioca 80 no se reflejó en un rendimiento mayor.

Vivero de Mustia Hilachosa - UEPAE Porto Velho, Rondonia

Se realizó un vivero de Mustia Hilachosa en UEPAE, Porto Velho, Rondonia. De las 129 líneas enviadas en 1985 a Rondonia, se seleccionaron 11 por resistencia y se seleccionaron 18 más para recuperar habilidad. Estas se revaluaron, junto con las mejores líneas de los EPR (tabla 16). Sólo 25 líneas registraron un porcentaje mejor que el 80% de incidencia de enfermedades. Líneas comerciales bien conocidas tales como Talamanca, Huetar, Revolución 81, Negro Huasteco y Acasia 4 fueron todas susceptibles. Las dos mejores líneas en los viveros de mustia hilachosa (BAT 1295 y BAT 1297), presentaron incidencias de la enfermedad del 70 al 90%. También fueron susceptibles EMGOPA 201 Ouro (A 295) y BAT 477. La incidencia de la enfermedad no fué uniforme, desde que se realizó ese experimento en el campo, sin inoculación.

Estudios de suelos ácidos en Fríjol

Tamizado para suelo bajo de fósforo

Este año en el tamizado para la tolerancia a los suelos bajos en fósforo se incluyeron las líneas que participarán en los EPL (Ensayos Preliminares de Líneas = VEF). La evaluación es bastante elaborada debido a que se ha incorporado un nuevo criterio dentro de la evaluación, utilizado para seleccionar las líneas (FAMR = Fósforo adicional para alcanzar el máximo rendimiento). Este nuevo criterio facilita una mejor selección de las líneas eficientes con y sin respuesta. Anteriormente, las líneas que tenían un valor alfa menor que el promedio de alfa, se clasificaban como eficientes pero sin respuesta. Sinembargo, hubo muchas líneas con alto rendimiento en suelo bajo de fósforo y posteriormente su alfa se tornó bajo, porque se calculó alfa de la siguiente manera:

$$\text{Alfa} = \frac{\text{Rendimiento de las parcelas sin estrés - rendimiento parcelas con estrés}}{\text{Diferencia de P Aplicado}}$$

Esta fórmula implica que alfa varía dentro del grupo eficiente (cuadrantes 1 y 2), para desventaja de las líneas más eficientes (aquellas con mayor rendimiento bajo estrés de P). Estas líneas más eficientes tienen un menor valor de alfa debido a que las diferencias del rendimiento entre el rendimiento en condiciones sin estrés y entre el rendimiento en condiciones con estrés son pequeñas.

De otro lado, las líneas A 283 y A 252, (figura 1), se ubicaron dentro del grupo eficiente (cuadrante 1 y 2) aunque presentan diferente rendimiento bajo estrés de P. A 283 es eficiente con respuesta, en tanto que A 252 es eficiente pero no sin respuesta. Sinembargo, ambas son mejores que el testigo Carioca. Para hacer más fácil la evaluación, se creó un nuevo factor, FAMR (fósforo adicional para máximo rendimiento). Esto es teóricamente la cantidad de fertilizante fosforado que se necesita para elevar el rendimiento de aquellas líneas hasta alcanzar el máximo rendimiento del experimento. Esto se calcula de la siguiente manera:

$$\text{FAMR} = \frac{\text{Máximo Rendimiento del experimento - Rendimiento bajo estrés de P}}{\text{Alfa}}$$

se expresa en kg de P/Ha. Con esta fórmula la selección favorece automáticamente las líneas de mayor respuesta (líneas con altos valores de alfa). Un menor valor de FAMR significa que se necesita solamente una pequeña cantidad de kg de P/Ha para aumentar el rendimiento hasta alcanzar el rendimiento máximo. La tabla 17 muestra las líneas sobresalientes agrupadas en cuatro colores de semilla, bajo estrés de P y con sus valores de FAMR. No fueron muchas las líneas en el grupo de Carioca que superaron el desempeño de A 283, A 252 o Carioca. Aunque algunas líneas mejoradas avanzadas, tales como BZ

3936-1, BZ 3836 - 2, MX2759 - 20 y A 251, fueron excelentes. El P adicional para alcanzar el máximo rendimiento fluctuó de 35 hasta 150 kg de P_2O_5/Ha. Carioca necesitó (teóricamente) casi 500 kg de P por Ha. para alcanzar el máximo rendimiento del experimento, debido a su bajo valor alfa.

En un grupo de semillas de color crema hubo más líneas que se desempeñaron mejor bajo estrés de P que los testigos: G 4000, G 5059, G 5054 e IPA 74-19. Los valores de FAMR fluctuaron de 44 hasta 120 kg de P por ha. para las 10 mejores líneas mejoradas en comparación a más de 200 kg de P/Ha para los testigos.

En el grupo de semilla de color negro, las líneas mejoradas se desempeñaron mejor que los testigos. Se seleccionó ICA Pijao, una línea ineficiente aunque con respuesta, debido a que se necesita solamente 103 kg. de P/Ha para alcanzar el máximo rendimiento. Ica Pijao no se había seleccionado anteriormente a este experimento, debido a que se clasificó como una línea ineficiente.

El grupo de semillas de color marrón se mostró más fuerte cuando se comparó con sus testigos. Estos testigos fueron susceptibles a las condiciones de estrés y por lo tanto las líneas mejoradas anvanzadas se desempeñaron mejor que ellas con facilidad. Desafortunadamente, las líneas eficientes en P tienen colores fuera del marrón, los cuáles las hacen poco aceptables a los consumidores.

Resultados de Rhizoctrón

Una investigación realizada en colaboración con el departamento de Agronomía de la Universidad Federal de Paraná, en Curitiba, produjo los primeros resultados en estudios de raíces en Rhizoctrón. El objetivo de este estudio fué determinar si existen diferencias en los sistemas radicales de las líneas eficientes en P y las ineficientes y utilizando el sistema de raíces como un indicador de la eficiencia de P en fríjol. Los sistemas radiculares más profundos pueden explorar más suelo en la búsqueda de P, lo que indica que las medidas de los sistemas de raíces pueden ser un índice de la eficiencia de P en fríjol.

Se evaluaron seis líneas en el Rhizoctrón. Con paneles de vidrio separados. Carioca, Rosinha G2 y A 283 representaron las líneas eficientes en la utilización del P bajo en el suelo, y las líneas CNF 10 y A 143 las ineficientes. Puebla 152 fué una buena fijadora de nitrógeno aunque su eficiencia en la utilización del P bajo del suelo fué exacto.

El suelo utilizado con Rhizoctrón era bajo en fósforo y alto en Al+++, lo cual dió una diferenciación excelente de las líneas evaluadas. La figura 2 muestra el patrón de enraizamiento transcrito a partir del panel de cristal. Carioca y Rosinha G2 presentaron la penetración de raíces más profunda y alcanzaron aproximadamente 98 cm a partir de la superficie del suelo, en tanto que las líneas eficien-

tes tales como CNF 10 y A 143 mostraron penetración superficial de raíces. Hubo muy pocas diferencias en la ramificación de las raíces, aunque pudieron realizarse algunas observaciones interesantes mediante la superposición de cinco medidas de veinte cm. cada una por encima o sobre la longitud de las raíces. En general, bajo compactación artificial del suelo en las cajas de Rhizoctrón, el 50% de las raíces del fríjol crecieron hasta una profundidad de 20 cm y aproximadamente el 30% creció hasta una profunidad entre los 21 - 40 cm (Tabla 18). Carioca, Rosiña G2 y Puebla 152 mostraron el crecimiento radicular más de 40 cm de profundidad excepto para la línea A 283 es una línea tolerante al suelo ácido evaluada durante varios semestres en el CIAT-Quilichao. Esta línea mostró una distribución singular de raíces en el Rizoctrón. La línea A 283 no tiene un sistema de raíces tan profundo como Carioca o Rosinha G 2, pero por el contrario, muestra un sistema denso de enraizamiento en los primeros 20 cm de la capa del suelo. Si se repite este patrón de sistema de raíces en futuros experimentos es probable que esta línea sea eficiente en la utilización de bajo fósforo en el suelo por ella ser capaz de explorar el fósforo en el volumen del suelo en la capa de 20 cm. Bajo las condiciones de Quilichao, esto coincide con la capa arable. Este tipo de distribución de raíces no es deseable en otros lugares donde pueden presentarse intervalos cortos de sequía ocasional.

Los trabajos posteriores en el Rhizoctrón incluirán: la medida de la velocidad del crecimiento de la raíz y la tasa del crecimiento de la raíz; la comparación de los resultados de Rhizoctron con los de la caja de enraizamiento, el estudio de la distribución de las raíces en los estados posteriores de crecimiento; y el estudio del crecimiento de la raíz en diferentes regímenes de humedad.

Fríjol bajo sistema de riego por surcos

Recientemente se ha presentado una alta demanda de información y de semilla para fríjol que se siembra en tierras parcialmente inundadas y conocidas como Varzeas o de riego por aspersión (principalmente para cultivos de inverno) y para riego por surcos (para el proyecto de riego del norte del Brasil). El gobierno del Brasil promueve la preparación de tierras para un proyecto gigante de riego. Varias entidades gubernamentales se han creado para observar los problemas inherentes en los cultivos de fríjol con riego. En los próximos cinco años el ministerio de riego espera tener un millón de hectáreas de tierra bajo riego en esta parte del Brasil. Un problema con cualquier tipo de sistema de riego es la inundación temporal, dado que es imposible la nivelación perfecta del terreno y el fríjol no tolera el encharcamiento, aún por períodos cortos. Otro problema se presenta durante la preparación del terreno para riego, cuando se realiza movimiento de tierra a gran escala lo cual crea una falta de uniformidad en la fertilidad del suelo. La información sobre fríjoles cultivados bajo riego es poca. Los estudios sobre el desempeño del fríjol en este tipo de manejo son importantes para obtener parámetros de utilidad para el tamizado de fríjol por tolerancia al exceso de agua.

Ensayo para fríjol cultivado en condiciones de Varzeas

En la estación experimental de Palmital Goiania, se realizó un ensayo simple de rendimiento con tres cultivares. Esta estación experimental tiene las mismas características de las áreas de riego conocidas como Varzeas. El riego puede realizarse mediante la elevación de la lámina de agua. El terreno en declive seleccionado para el experimento tenía una lámina normal de agua de 1.5 metros. Mediante la elevación del nivel de agua en el canal, se obtuvo un gradiente de nivel freatico de 0.94 centímetros por metro, el sitio más bajo tenía una tabla de humedad de 9 cm y el más profundo una de 26 cm. Los fríjoles se sembraron en la tierra preparada con buena humedad. El riego se realizó dos veces durante el ciclo de crecimiento, una vez en el estado V3 (primer trifolio) y una vez en el estado R6 (Floración). El período de riego fué de 48 horas cada vez. El nivel freatico se bajó después a su valor normal, 1.50 metros; el rendimiento del fríjol incrementó cuando se incrementó la profundidad de la lámina de agua. No hubo diferencia significativas en el rendimiento de los cultivares (Tabla 16). Las parcelas con los niveles freaticos altos sufrieron mas. Con niveles freaticos menores que 9.8 cm, los fríjoles empezaron a crecer normalmente. Sinembargo, el nivel freatico más profundo (11.70 cm) dió el mayor rendimiento. Esto indica que un alto nivel freatico, aunque solamente se presente dos veces en todo el período de cultivo, tiene un efecto de detrimento en el crecimiento del fríjol.

Los futuros experimentos se concentrarán sobre las inundaciones temporales las cuáles siempre ocurren durante el riego con el método de gravedad o riego por aspersión. Se investigarán las diferencias varietales.

Tabla 1. Líneas mejoradas avanzadas de semilla de color crema sobresalientes y sus testigos comunes y locales evaluados en los PER durante 1985-1986 en el Norte y el Centro Occidental de Brasil.

TRAT	IDENTIFICACION	RIEPOM 85	NSOURE 85	ITABER 85	TIANGUA 85	CARUAR 85	UNIAOP 85	BODDOQ 85	STIPAN 85	CNPF 86MF	CNPF 86AF	PONTAG 86	IRECE 85	RIOBR 85	MEDIA
78	ESAL 506	476	1268	826	2860	1433	392	2150	867	725	1221	1539	1333	1107	1246
25	82 PVEZ 1783	570	1417	989	2503	1744	523	1882	950	760	1065	1324	1600	717	1234
24	ESAL 507	248	1109	1002	1617	1758	168	2612	967	874	1394	1738	1050	1073	1201
21	ESAL 501	420	977	735	2408	1411	187	1934	1217	789	1107	1308	1867	1190	1196
7	UM 21303-0	741	1303	958	1882	1284	337	1408	650	998	1515	1473	1300	1083	1149
93	A 251	300	1925	723	1840	1396	303	2275	817	575	903	1539	1333	973	1146
70	82 PVEZ 1637	378	1190	807	2072	1370	341	1853	1033	629	748	1208	1650	1180	1112
61	A 321	487	1190	687	2352	1024	241	3020	1150	509	1193	761	867	897	1106
57	82 PVEZ 1638	231	1713	612	2090	1493	273	1563	850	588	992	1076	1583	1239	1100
91	A 254	522	1493	713	1615	1317	270	1715	933	999	1188	1937	900	566	1090
47	L 11093	439	721	752	1877	1388	253	2127	1167	669	762	1092	1650	1228	1087
37	A 295	329	1508	979	1670	1452	426	2158	1350	629	818	331	1483	972	1085
56	L 10111	195	1293	908	1750	1307	388	1505	1333	641	883	1754	1100	962	1078
30	UM 21306-0	279	1184	646	2110	1700	255	1341	800	916	910	1572	1400	878	1076
45	82 PVEZ 1770	283	1170	975	1292	1461	310	2343	1317	951	909	679	950	1328	1074
18	L 11090	278	759	899	1865	1611	222	2088	767	518	847	1258	1967	753	1064
10	82 PVEZ 1777	455	1477	710	1913	1331	341	1568	1100	765	898	1192	1083	962	1061
95	ESAL 504	315	2349	529	1453	1144	421	1783	1583	430	1500	579	850	861	1061
31	A 300	482	1422	873	1298	1698	219	2182	1317	419	445	596	1833	989	1059
88	L 10081	452	1312	998	1383	1320	293	1332	1083	798	812	1903	1083	926	1053
X20		394	1339	817	1893	1432	308	1942	1063	709	1006	1243	1344	994	1114
	TESTIGOS COMUNES														
26	JALO EEP 558	366	1941	530	1645	1471	300	1748	1300	935	1588	679	1100	875	1114
52	CORNELL 49242	287	1249	857	1983	1101	324	1955	1317	610	613	1126	1067	1011	1038
51	PARANA 1	381	768	897	1955	1187	185	1712	950	322	384	943	1766	1259	978
83	CARIOCA	319	872	708	2028	1312	310	1754	0	419	626	1423	717	1227	976
16	MUL.VAGEM ROXA	412	1244	789	1135	1272	379	1893	1167	473	620	877	1083	1270	970
3	ARCANA	312	694	568	1862	1116	187	1824	700	319	449	1026	1700	712	882
99	IPA 74-19	282	692	931	1095	1096	170	1601	883	262	580	894	1167	1229	837
X7		337	1066	754	1672	1222	265	1784	1053	477	694	995	1229	1083	971
	TESTIGOS LOCALES														
73	TEST.LOCAL 1	402	1035	790	2053	1469	152	1608	767	115	251	1159	1667	1753	1017
43	TEST.LOCAL 2	357	929	542	1603	868	276	1535	1133	403	915	1258	1383	1232	956
14	TEST.LOCAL 3	374	828	536	1270	1126	256	1908	1283	652	819	558	0	1187	900
55	TEST.LOCAL 4	324	900	651	0	1128	101	1663	483	859	986	1672	0	791	869
X4		364	923	630	1642	1148	196	1678	916	507	743	1162	1525	1241	935

RIOER85 = UEPAE - Rio Branco - Acre
BODOQ85 = EMPAER - Bodo quema - Mato Grosso do Sul
CNPF86MF = CNPAF/Goiania 1986 bajo fertilidad media del suelo
CNPF86AF = CNPAF/Goiania 1986 bajo alta fertilidad del suelo
PONTAG86 = COTIA - Ponta Grossa - Parana
UNIAOP85 = EPEL - Uniao das Palmares - Alagoas
RIEPOM85 = EPABA - Ribeiro do Pombal - Noreste de Bahia
NSOUR85 = EPABA - Nova Soure - Noreste de Bahia
ITABER85 = EPABA - Itaberaba - Centro Sur de Bahia
TIANGUA85 = EPACE - Tiangua - Ceara
CARUARU85 = IPA - Caruaru - Pernambuco
STIPAN85 = EPEAL - Santana de Ipanema - Alagoas

Tabla 2. Las diez líneas mejoradas avanzadas de semilla de color crema sobresalientes y sus testigos comunes y locales evaluados en 1985-1986. EPR; UEPAE Porto Velho, Rondonia.

Lugar:	Vilhena	Ouro Preto D'Oeste	
Identificación	Rendimiento (kg/ha)	Identificación	Rendimiento (kg/ha)
Líneas mejoradas avanzadas:			
1. ESAL 507	392	A 317	378
2. ESAL 506	385	A 254	328
3. 82 PVMX 1535	383	L 11080	325
4. 82 PVBZ 1783	374	82 PVMX 1638	314
5. LM 21306-0	373	LM 00171-1	309
6. A 318	371	L 11086	297
7. LM 21303-0	367	A 295	297
8. LM 10402-0	363	A 154	288
9. LM 21307-0	361	L 11077	287
10. ESAL 508	358	ESAL 505	285
$\bar{X}_{10}$	373[a]		311
Testigos comunes:			
1. Aroana	357	Aroana	85
2. Mulatinho V.Roxa	295	Mulatinho V.Roxa	120
3. Jalo EEP 558	318	Jalo EEP 558	157
4. Parana 1	323	Parana 1	261
5. Cornell 49242	290	Cornell 49242	283
6. Carioca	295	Carioca	152
7. IPA 7419	136	IPA 7419	108
$\bar{X}_{7}$	328		167
Testigos locales:			
1. Carioca	369	Carioca	16
2. Rosado	248	Rosado	248
3. Rosinha	236	CNFx 0120	197
4. CNFx 0120	164	ESAL 504	313
$\bar{X}_{4}$	254		194

[a] No se realizaron análisis estadísticos debido al bajo rendimiento.

Tabla 3. Las diez mejores líneas avanzadas de color negro y sus testigos comunes y locales evaluados en los PER de 1984-1986 en cuatro localidades en el Sur de Brasil.

	CAMPOS84*		EMCAP8586*		PESAG8586*		PESAG8586*		EMGO8586*	
Líneas mejoradas avanzadas:										
01	NAG 24	1943	82 B VAN 38	954	V 22-8	1380	BAT 1037	2257	NEGRITO 897	1432
02	W 22- 3	1899	LM 30063	904	LM 21132	1287	LM 30036	2179	W 22- 3	1293
03	W 22-55	1826	NAG 25	899	IPA 74-19	1280	NAG 15	2067	LM 21124	1280
04	NAG 87	1692	LM 30074	858	NAG 24	1259	LM 10360	2048	RICO 1735	1186
05	LM 30063	1664	NAG 26	848	LM 30063	1225	NAG 24	1982	BAT 871	1140
06	82 B VAN 38	1644	LM 21132	834	LM 10364	1223	LM 10364	1959	LM 10360	1137
07	LM 20816	1605	82 B VAN 39	813	LM 21135	1186	82 B VAN 39	1955	82 B VAN 74	1119
08	NAG 26	1554	LM 10360	743	BAT 871	1173	LM 10377	1940	LM 21135	1104
09	LM 20720	1545	W 22-50	742	CNF 0376	1156	NAG 26	1910	LM 10364	1076
10	82 B VAN 39	1505	CNF 295	738	LM 30074	1146	CNF 295	1899	NAG 40	1075
$\bar{x}_{10}$		1853		833		1232		2020		1184
Testigos comunes:										
01	JALO EEP 558	1131	JALO EEP 558	549	JALO EEP 558	1005	JALO EEP 558	1388	JALO EEP 558	761
02	CORNELL 49242	1550	CORNELL 49242	470	CORNELL 49242	898	CORNELL 49242	1652	CORNELL 49242	529
03	CARIOCA	1479	CARIOCA	606	CARIOCA	1022	CARIOCA	1580	CARIOCA	724
04	RIO TIBAGI	811	RIO TIBAGI	327	RIO TIBAGI	651	RIO TIBAGI	1203	RIO TIBAGI	872
$\bar{x}_4$		1243		488		894		1456		722
Testigos locales:										
01	T.LOCAL 1	1391	CAP.PRECOCE	1053	T.LOCAL 1	753	BR1 XODO	2033	EMGOPA OURO 1	819
02	T.LOCAL 2	1470	COSTA RICA 1031	89	T.LOCAL 2	691	BR2 GDE RIO	1350	EMGOPA OURO 2	908
03	T.LOCAL 3	1505	RICO 1735	526	T.LOCAL 3	561	BR3 IPANEMA	1755	EMGOPA OURO 3	844
04	T.LOCAL 4	993	ESAL 1	720	T.LOCAL 4	881	C.PRECOCE	2054	EMGOPA OURO 4	831
$\bar{x}_4$		1340		597		722		1798		851
PROMEDIO (81)		1218		535		908		1595		849
DMS (5%)		524		338		372		609		499
CV (%)		21.9		32.2		20.9		19.5		29.9

* CAMPOS84 = PESAGRO - Campos - Rio de Janeiro; EMCAP8586 = EMCAPA - Venda Nova - Espirito Santo
PESAG8586 = PESAGRO - Campos - Rio de Janeiro; PESAG8586 = PESAGRO - Campos - Rio de Janeiro; EMGO8586 = EMGOPA - Goiania - Goias

Tabla 4. Las diez líneas mejoradas avanzadas de color negro sobresalientes y sus testigos comunes y locales evaluados en los EPR de 1985-1986 en la parte oriental de Brasil.

		EMEPA 85[a]		EMCAP 85-86[a]
Líneas mejoradas avanzadas:				
01	NAG 15	1833	82 B VAN 40	1625
02	DOR 218	1250	NAG 29	1350
03	LM 00189	1250	LM 20357	1333
04	CNF 375	1167	BAT 1060	1275
05	LM 00574	1167	LM 20816	1258
06	A 231	1083	A 211	1258
07	82 B VAN 39	1000	NAG 40	1242
08	NAG 25	1000	W 22- 8	1200
09	NAG 37	1000	MILIONARIO 1732	1200
10	LM 10426	1000	BAT 871	1192
$\bar{X}_{10}$		1175		1293
Testigos comunes:				
01	JALO EEP 558	833	JALO EEP 558	1108
02	CORNELL 49242	500	CORNELL 49242	1058
03	CARIOCA	750	CARIOCA	892
04	RIO TIBAGI	750	RIO TIBAGI	1108
$\bar{X}_4$		708		1042
Testigos locales:				
01	IPA 1	917	VITORIA	983
02	IPA 1	1000	RICO PARDO 896	1975
03	IPA 1	1333	CAPIXABA PREC.	1025
04	IPA 1	583	ESAL 1	1300
$\bar{X}_4$		958		1321
Promedio (81 líneas)		770		910
DMS (5%)		727		650
CV(%)		48,2		15,8

[a] EMEPA85 = EMEPA - Princesa Isabel - Paraiba
EMCPA8586 = EMCAPA - Venda Nova - Espirito Santo.

Tabla 5. Diez líneas mejoradas avanzadas de color marrón sobresalientes y sus testigos comunes y locales evaluados en los ERP de 1985-1986 en Minas Gerais, Paraná y Goias.

		PONTE 85*		PONTAG 86*		EMGO 85-86*
Líneas mejoradas avanzadas:						
01	LM 30013-0	2158	LM 10060-0	1492	LM 10069-0	916
02	LM 10069-0	2152	LM 10009-0	1492	ESAL 503	789
03	82 PVBZ 1838	2142	BAT 41	1410	82 VAR 112	781
04	LM 10100-0	2030	LM 10092-0	1377	LM 10092-0	731
05	LM 10103-0	1975	RAO 23	1295	LM 10093-0	708
06	LM 10415-0	1957	LM 10076-0	1279	LM 10009-0	693
07	BAT 41	1927	DOR 191	1213	LM 30013-0	679
08	LM 10032-0	1878	LM 10061-0	1213	LM 10089-0	651
09	ESAL 502	1873	LM 10065-0	1213	LM 10100-0	648
10	LM 10076-0	1868	LM 10062-0	1197	LM 10102-0	629
- $\bar{X}_{10}$		1996		1318		723
Testigos comunes:						
01	IPA 74-19	1927	IPA 74-19	958	IPA 74-19	589
02	JALO EEP 558	1910	JALO EEP 558	1279	JALO EEP 558	793
03	CARIOCA	2058	CARIOCA	1558	CARIOCA	594
04	CORNELL 49242	2187	CORNELL 49242	1066	CORNELL 49242	589
$\bar{X}_4$		2021		1215		641
Testigos locales:						
01	RICOMIG 1896	2100	CARIOCA 80	1656	EMGOPA OURO 1	500
02	18039	1938	RIO NEGRO	1033	EMGOPA OURO 2	568
03	FORTUNA 1895	1868	R.VERMELHO	967	EMGOPA OURO 3	524
04	890	1308	R.PIQUIRI	869	EMGOPA OURO 4	566
$\bar{X}_4$		1803		1131		540
Promedio (49)		1772		1027		521
DMS (5%)		547		341		339 CV(%
15.3		16.9		33.1		

* PONTE 85 = EPAMIG - Ponte Nova - Minas Gerais;
PONTAG 86 = COTIA - Ponta Grossa - Parana;
EMGO85 86 = EMGOPA - Goiania - Goias.

Tabla 6. Resumen de los ensayos EPR realizados durante 1984-1986.

Color de semilla	Envíos	Recibo de Datos	Evaluación estadística
Negra	42	20	16
Tipos crema y Carioca	76	32	20
Rojo/Púrpura	33	8	8
Total:	151	60	44

Tabla 7. Resumen del desempeño de las líneas mejoradas contra los testigos comunes y locales.

Rendimiento	Negras				Cremas				Rojo			
	1 generación		2 generación		1 generación		2 generación		1 generación		2 generación	
	82/83	83/84	84/85	85/86	82/83	83/84	84/85	85/86	82/83	83/84	84/85	85/86
Promedio General	1543	1275	1422	1370	1446	940	735	1194	SIN EVALUAR ESTE AÑO	1131	809	1278
	(n=81)	(n=81)	(n=81)	(n=81)	(n=100)	(n=100)	(n=100)	(n=100)		(n=49)	(n=49)	(n=49)
Exp =	4	10	9	7	5	18	6	13		6	5	3
Promedio de las 10 mejores líneas	1970	1763	2006	1370	1984	1370	1185	1374		1576	1129	1346
Promedio de Línea evaluada	1544 (n=71)	1271 (n=71)	1429 (n=72)	983 (n=72)	1450 (n=88)	950 (n=88)	733 (n=89)	952 (n=89)		1133 (n=40)	808 (n=41)	1307 (n=41)
Promedio de los testigos comunes	1510 (n=6)	1279 (n=6)	1396 (n=5)	936 (n=5)	1440 (n=8)	912 (n=8)	788 (n=7)	972 (n=7)		1179 (n=5)	975 (n=4)	1292 (n=4)
Promedio de los testigos locales	1604 (n=4)	1336 (n=4)	1333 (n=4)	1084 (n=4)	1378 (n=4)	862 (n=4)	678 (n=4)	975 (n=4)		1258 (n=4)	663 (n=4)	1158 (n=4)

Tabla 8. La frecuencia de las 20 líneas mejoradas avanzadas sobresalientes que participaron en los EPR de 1984–1986 y su rango de rendimiento.

Frecuencia y Rango de Rendimiento (kg/ha)						
12	11	10	9	8	7	6
DE SEMILLA DE COLOR NEGRA (15 EXPERIMENTOS)						
LM 30074 (2786–858)			NAG 24 (2577–728) LM 20785 (2626–645)	82 B VAN 39 (2187–813) LM 10363 (2254–1108) NAG 26 (2058–848) W 22–8 (1827–636)	LM 21132 (2823–834) LM 30063 (1856–904) LM 21135 (2535–712)	
DE SEMILLA DE COLOR CREMA (22 EXPERIMENTOS)						
	82 PVBZ 1783 (2503–523) EMGOPA 201 OURO (2364–426) ESAL 506 (2860–703) LM 21303–0 (2217–337)	ESAL 501 (2408–420)	L 11093 (1650–439) ESAL 507 (2612–874)	82 PVBZ 1901 (1723–379) A 254 (1961–635) A 300 (2102–482) ESAL 504 (2349–403)	82 PVBZ 1718 (2187–358) 82 PVBZ 1770 (2343–310) 82 PVMX 1637 (2049–341) 82 PVMX 1638 (2090–992) A 251 (2275–800) ESAL 505 (2537–324) LM 21306–0 (2110–747)	
DE SEMILLA DE COLOR PURPURA/ROSADA (7 EXPERIMENTOS)						
					LM 10092–0 (1850–585)	82 PVBZ 1838 (2142–748) BAT 41 (1927–907) ESAL 502 (1873-1035) LM 10348 (1597–923)

Tabla 9. Composición de materiales participantes en la tercera generación de EPR 1986-1988.

Institución	Negros	Crema	Carioca	Rojo/Púrpura	Total
CNPAF	18	27	13	13	71
ESAL	-	-	5	1	6
IAC*	1	1	1	1	1
CIAT	4	15	1	4	24
IAPAR	1	-	-	1	2
Univ. de Wisconsin	6	-	-	-	6
Testigos élite	2	2	1	1	-
	(LM 30074)	(IPA 6)	(A 281)	(LM 10348)	
	(LM 21135)	(EMGOPA 201 OURO)			
Testigos locales	4	4	4	4	-
Total testigos	36	49	25	25	-

* IAC Carioca se utilizó en todos los EPR con semilla de color.

Tabla 10. Promedio de producción (kg/ha) y registros de enfermedades de 20 líneas o cultivares de fríjol negro obtenidos en la estación "seca". EMGOPA 1986 (GO y DF).

Línea/cultivar	Goiania	Bac.[a]	Anapolis	Pirenopolis	Itapuranga	Firminopolis	Bac.*	ALS*	COOPA/DF	Promedio
LM 30074	1808abc[b]	7	487a	2182a	843ab	848a	4	2	646a	1136a
ICA COL 10103	1641abc	6	676a	2000a	831ab	933a	6	3	719a	1133a
BAT 1647	2134a	7	608a	1689a	923ab	823a	4	-	542a	1120a
Porrillo S.	2137a	7	520a	1848a	907ab	837a	6	5	427a	1112ab
LM 21132	1900ab	7	604a	1939a	1005ab	752a	7	3	458a	1110ab
EMGOPA 201-Ouro	1572abc	8	513a	2036a	928ab	879a	8	1	656a	1097ab
Carioca	1666abc	7	540a	1771a	948ab	770a	6	5	646a	1056ab
BAT 431	1660abc	7	510a	2144a	817ab	811a	7	3	385a	1055ab
Rico 23	1613abc	6	573a	1966a	952ab	692a	7	5	448a	1041ab
LM 20720	1686abc	6	574a	1842a	897ab	797a	3	4	437a	1039ab
LM 21124	1493abc	6	631a	1793a	960ab	707a	5	3	510a	1016abc
Rico 1735	1588abc	8	490a	1920a	955ab	638a	6	2	500a	1015abc
LM 30016	1566abc	6	531a	1792a	925ab	759a	7	3	406a	996abc
SPB-1	1419abc	6	555a	1875a	790ab	973a	5	2	365a	996abc
BAT 67	1041abc	7	481a	1999a	1169a	792a	7	5	469a	992abc
FT 83 120	1241abc	6	632a	1551a	935ab	757a	5	4	406a	920abc
BAT 451	1100abc	7	501a	1981a	769b	825a	8	4	344a	920abc
FT 83 160	839 bc	6	615a	1653a	883ab	843a	6	4	490a	887abc
LM 10401	1232abc	6	458a	1566a	646 b	800a	4	5	375a	840 bc
Rio Tibagi	647 c	6	389a	1568a	789ab	663a	5	4	500a	763 c
Mean	1499		544	1856	894	796			486	1013
N.D.S (5%)	1207		344	981	383	403			394	272
C.V. (%)	25.9		20.4	17.0	13.8	16.3			26.1	22.5

[a] Puntaje de la enfermedad Bac. = Añublo bacteriano; ALS = Mancha foliar angular: Puntaje de 1 - 9 donde 1 = sín síntomas y 9 = muerte de la planta.

[b] Promedios señalados con la misma letra no difieren significativamente al nivel del 5% de probalibidades según el test de Tukey.

Tabla 11. Promedios de producción (kg/ha) y registro de enfermedades de 20 líneas/cultivares de fríjol de color obtenidos en la estación "seca". EMGOPA 1986 (CO/DF).

Línea/cultivar	Goiania	Bac.[a]	Anapolis	Pirenopolis	Itapuranga	Firminopolis	Bac.	ALS	COOPA/DF	Promedio
Carioca	1413a[b]	7	422a	2121a	1055ab	919ab	7	6	458a	1065a
ESAL 502	1373a	7	471a	1987ab	1115ab	817ab	7	5	583a	1058ab
XAN 57	1513a	7	505a	1981ab	1017ab	770ab	7	–	448a	1039ab
LM 10348	1757a	7	536a	1785abc	844abc	850ab	7	3	365a	1023ab
ESAL 503	1479a	7	550a	1076abc	1133a	709ab	8	–	396a	995ab
Roxao RG	1471a	7	755a	1045abc	844abc	1071a	6	5	312a	976ab
BAT 614	1692a	6	540a	1599abc	925abc	712ab	7	–	385a	975ab
EMGOPA 201-Ouro	1238a	8	630a	1617abc	1019ab	813ab	8	–	510a	971ab
LM 10092	1448a	8	467a	1645abc	984ab	803ab	6	5	458a	967ab
BAT 1458	1473a	5	532a	1482abc	922abc	809ab	7	–	396a	936ab
XAN 37	1593a	5	583a	1132abc	978ab	792ab	6	–	458a	923abc
Parana 1	1301a	7	695a	1213abc	981ab	681 b	9	7	490a	893abc
BAT 363	1150a	7	786a	1427abc	866abc	694ab	8	4	354a	880abc
LM 10089	987a	8	561a	1637abc	947ab	696ab	7	5	406a	872abc
LM 30068	1194a	6	677a	1561abc	785bc	768ab	7	4	240a	870abc
82 PVBZ 1838	1538a	7	466a	1350abc	785bc	682ab	7	3	333a	859abc
Rosinha G 2	1201a	8	563a	1112bc	917abc	842ab	9	7	469a	851abc
LM 30013-0	1011a	8	471a	1459abc	881abc	747ab	7	3	375a	824 bc
FT 84292	1141a	7	510a	1107bc	927abc	874ab	7	5	385a	824 bc
CNF 10	1143a	7	346a	860c	606c	691ab	8	5	479a	687 bc
Media	1356		553	1509	927	787			415	924
N.D.S (5%)	805		530	1002	338	389			345	105
C.V. (%)	19.1		30.9	21.4	11.7	15.9			26.8	21.7

[a] Registro de enfermedad : Bac = añublo bacteriano; ALS: mancha foliar angular; Registro 1-9: donde 1 = sin síntomas y 9 = muerte de la planta.

[b] Promedios señalados con las mismas letras no difieren significativamente entre ellas en un nivel de probabilidad del 5% según la prueba de Tukey.

Tabla 12. Ensayos estatales realizados por PESAGRO durante 1985/1986.

Identificación	Estación húmeda 1985/1986			Estación seca 1986		
	Campos	Itaocara	Natividad	Campos	Bom Jesus do Itabapoana	Promedio
	kg/ha					
1. PV 99 N	1826	473	668	1143	2040	1230
2. LM 30063	1633	520	799	850	2260	1212
3. A 222	1640	433	784	1023	1766	1129
4. EMP 84	1700	433	527	890	1900	1090
5. LM 21124	1603	420	735	763	1860	1076
6. NAG 24	1600	386	464	910	1873	1047
7. LM 30036	1446	340	345	833	2013	995
8. LM 10363	1600	333	299	890	1786	982
9. W 22-3	1366	466	297	903	1873	981
10. LM 20816	1396	366	326	686	1966	948
11. W 22-8	1286	313	426	796	1733	911
12. LM 00574	1413	200	92	913	1833	890
13. 82 B VAN 74	1093	366	378	-	-	612
14. NAG 87	953	500	219	-	-	557
15. W 22-55	980	333	340	-	-	551
TESTIGOS						
1. BR 2-Grande Rio	1906	433	567	1220	1926	1210
2. BR 1-Xodo	1786	453	446	1200	1873	1152
3. BR 3-Ipanema	1406	666	469	930	1826	1059
4. Capixaba	1953	526	680	-	-	1053
5. Porrillo Sintetico	1706	566	498	-	-	923

Tabla 13. Líneas seleccionadas para los ensayos estatales de PESAGRO 1984/86.

IDENT.	Estación húmeda 84/85	Estación seca 85	Estación húmeda 85/86	Estación seca 86	Media
	kg/ha				
1. NAG 24	1946	2038	2033	992	1752
2. LM 30036	1237	2073	2283	1066	1664
3. NAG 15	1473	1885	2033	1066	1614
4. LM 30063	1661	1825	1800	1125	1602
5. LM 10360	956	1921	2100	1316	1573
6. W 22-55	1826	1861	1425	1083	1548
7. A 231	1486	1833	1558	1283	1540
8. LM 21124	1297	2088	1600	1150	1533
9. 82 B VAN 39	1505	1581	1866	1158	1527
10. W 22-3	1898	1725	1633	466	1511
11. DOR 218	1393	1720	1466	1458	1509
12. W 22-8	1452	2080	1816	683	1507
13. LM 10363	1384	2006	1966	656	1503

Tabla 14. Las mejores líneas precoces seleccionadas en PESAGRO en Campos en 1986.

No. de germo-plasma CNF	Identificación	Color Semilla	Rendimiento (kg/ha)	Días a madurez	Rendimiento (kg/día)
1. CNF 3268	82 PVMX 1554	Crema	2479	74	33.5
2. CNF 3451	BAT 304	Negra	2208	74	29.8
3. CNF 0298	-	Negra	2104	74	28.4
4. CNF 0302	-	Negra	2083	74	28.2
5. CNF 830078	F.Preto da Linha	Negra	2002	74	27.9
6. CNF 3141	Branco Argentina	Blanca	2000	74	27.0
7. CNF 830077	F.Preto Rio Tigre	Negra	1979	74	26.7
8. CNF 3936	A 460	Carioca	1979	80	24.7
9. CNF 0299	-	Negra	1916	74	25.9
10. CNF 4540	Huetar	Roja	1791	74	24.2
11. CNF 3918	A 441	Carioca	1770	74	23.9
Testigos					
Capixaba precoce		Negra	1208	74	16.3
BR2-Grande Rio		Negra	1416	74	19.1
60 días		Negra	833	74	11.3

Tabla 15. Ensayos estatales de Santa Catarina durante el período 1985/86 para los materiales de semilla negra y crema. Rendimiento (kg/ha) y registros de enfermedad.

Identificación	Chapeco	Ituporanga	San Joaquim	Promedio del rendimiento	Registro de Enfermedades[a] Antracnosis	Añublo bacteriano	Roya	Mancha foliar angular
Semilla de Color Negro:								
FT 83 120	2539ab	2314a	2608ab	2487	1	3.0	3.0	1
EMPASC 201	2607a	2006b	2838ab	2484	1	3.0	2.5	3
BAT 75	2651a	1665cd	2297b	2204	1	3.0	5.0	3
A 226	1978c	1722c	2912a	2204	1	3.0	2.3	1
PV 99N	2273b	1867bc	2359ab	2166	4	3.0	4.3	1
XAN 55	2345b	1818bc	2289bc	2151	1	3.0	4.0	1
BAT 1647	2689a	1828bc	1712d	2076	3	3.0	5.0	1
Rio Tibaji	2013c	2010b	1732cd	1918	5	3.0	5.0	3
RAI 76	2014c	1935bc	1752cd	1900	1	3.0	5.0	1
FT 85-25	2673a	1677cd	1244d	1865	1	3.0	5.0	1
Iguacu	2562ab	1599cd	1382d	1848	1	3.5	5.0	3
Turrialba 4	1912c	1492cd	1562d	1655	4	3.0	4.5	3
BAT 1470	1889c	1505cd	1379d	1591	1	5.0	4.0	3
Semilla de Color Crema:								
Carioca	2806a	2184a	2746a	2382	5	1.7	3.5	3
A 140	2482b	2105ab	2727a	2271	1	1.5	2.0	1
A 266	2356bc	1918bc	2256ab	2243	4	2.3	3.0	1
Parana 1	2345bc	1895bc	2162b	2134	5	3.0	2.5	3
Carioca 80	2084c	1721c	2155b	2180	1	3.0	5.0	3

[a] Registro de enfermedades: 1 = sin síntomas, 5 = muy severo

[b] Promedios señalados con la misma letra dentro de una columna no difieren a un nivel de p = 0.05.

Tabla 16. Líneas con el menor % de incidencia de la enfermedad en las hojas en un vivero de Mustia hilachosa en UEPAE Porto Velho/Rondonia. No se tienen datos de rendimiento.

Identificación	Incidencia (%)
BAT 1614	40
G 3645	50
A 154	50
A 156	50
BAT 1298	50
BAT 1560	50
A 237	60
Porrillo Sintetico	60
A 216	60
BAT 450	60
A 301	60
BAT 160	60
A 381	60
BAT 256	60
A 286	60
BAT 1374	60
BAT 1447	60
Centa Izalco	60
Xan 90	60
A 296	60
A 294	60
EMP 117	60
BAT 1297	70
Chorotega	80
Centa Zumal	80
Negro Huasteco	80
Talamanca	90
Huetar	90
BAT 1295	90
Acasia 4	95
Revolución 81	100
BAT 477 (resistente a sequía)	100
A 295 EMGOPA 201 Ouro	100

El testigo Carioca fluctuó entre 80-100.

Tabla 17. Promedios del rendimiento de las mejores líneas en condiciones de estrés y sin estrés de P con sus factores de respuesta y los requerimientos adicionales de P para alcanzar el máximo rendimiento.

Identificación	Rendimiento Sin estrés	Rendimiento con estrés de P	Factor de respuesta alfa	Fósforo Adicional para alcanzar maximo rendimiento del experimento
Tipos Cariocas :	kg/ha			
1. BZ 3836-1	1275	1085	1.58	34.8
2. BZ 3836-2	1230	820	3.42	93.5
3. MX 2759-20	1210	720	4.08	102.9
4. BZ 3815-1	1190	765	3.54	105.9
5. BZ 2384-20	1185	670	4.29	109.5
6. BZ 2511-5	1145	850	2.46	117.8
7. A 251	1140	985	1.29	120.1
8. BZ 2384-19	1125	710	3.46	124.2
9. BZ 2511-3	1120	740	3.17	126.1
10. MX 2184-1	1110	960	1.25	144.0
Testigos:				
A 252	1105	980	1.04	153.8
A 283	1020	800	1.83	185.7
Carioca	890	800	0.75	453.3
Semillas de color crema:	kg/ha			
1. ESAL 506	1750	1070	5.67	44.0
2. 82 PVBZ 1770	1400	1220	1.50	66.6
3. BZ 2231-11	1455	1080	3.12	76.9
4. 82 PVBZ 1785	1480	820	5.50	90.9
5. BZ 2518-1	1415	810	5.04	101.1
6. 82 PVBZ 1901	1335	1145	1.58	110.7
7. BZ 1031-1	1335	1100	1.96	112.2
8. BZ 3919-2	1350	680	5.58	114.6
9. BZ 4578-1	1340	745	4.96	115.9
10. BAT 93	1320	670	5.42	119.9
Testigos:				
G 4000	1080	870	1.75	257.1
G 5054	1065	670	3.29	197.5
G 5059	870	750	1.00	570.0
IPA 74-19	860	680	1.50	426.6

cont.

Tabla 17 cont.

Identificación	Rendimiento Sin estrés	Rendimiento estrés de P	Factor de respuesta alfa	Fósforo adicional para alcanzar máximo rendim. del exper.
	kg/ha			
Semillas de color negro:				
1. Xodo	1405	1180	1.88	47.8
2. LM 30629	1450	825	5.21	85.4
3. CNF 480	1400	940	3.83	86.1
4. W 22-14	1385	935	3.75	89.3
5. LM 21135	1345	1045	2.50	90.0
6. LM 21132	1375	935	3.67	91.2
7. LM 21124	1345	1015	2.75	92.7
8. LM 10363	1340	1015	2.71	94.0
9. W 20-9	1375	850	4.38	95.8
10. 84 VAN-60	1300	1015	2.38	107.1
Testigos:				
ICA Pijao	1095	610	4.04	103.3
ICTA Jutiapan	955	700	2.12	268.8
Puebla 152	900	810	0.75	613.3
Rio Tibaji	835	745	0.75	700.0
Semillas de color marrón:				
1. MX 1418-1	1755	1405	2.92	42.8
2. MX 2709-24	1510	1220	2.42	128.0
3. TY 3350-2	1415	940	3.96	148.9
4. TY 3350-3	1440	1200	2.00	165.0
5. TY 3364-9	1220	610	5.08	181.1
6. TY 3361-2	1365	1060	2.54	185.0
7. LM 10348	1330	970	3.00	186.6
8. MX 1418-2	1360	1070	2.42	190.0
9. ESAL 503	1190	665	4.38	197.4
10. TY 3361-6	1335	1060	2.29	205.2
Testigos				
BAT 41	830	720	0.92	880.4
Rosinha G2	510	425	0.71	1556.3
CNF 10	510	460	0.42	2547.6

Tabla 18. Longitud de la raíz (cm) y longitud relativa de la raíz, del fríjol cultivado en Rhizoctron, a diferentes profundidades en la Universidad Federal de Paraná en 1986.

Profundidad en cm.	Carioca		Rosinha G2		A 283		Puebla 152		CNF 10		A 143		Total	
	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%
0 - 20	143.5	40	147.4	43	135.2	60	125.1	43	83.0	64	52.3	48	686.5	47
21 - 40	102.1	28	119.5	35	65.5	29	73.8	25	38.5	30	56.2	52	455.6	31
41 - 60	73.7	21	49.4	14	23.9	10	87.7	30	7.5	6	0.8	-	243.0	17
61 - 80	38.8	10	16.5	5	-	-	8.7	3	-	-	-	-	64.0	4
81 - 100	0.9	0	7.5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	8.4	1
Total	359.1		340.3		225.6		295.3		129.0		109.3		1457.5	

Tabla 19. Rendimiento del fríjol (kg/ha) cultivado en diferentes niveles freaticos en la estación experimental de Palmital, en el CNPAF, 1986.

Variedad	Promedio de profundidad de la tabla de agua (en cm)							Promedio
	6.00	6.95	7.90	8.85	9.80	10.75	11.70	
Emgopa 201-Ouro	225	308	325	438	563	930	1925	673
Carioca	168	213	295	513	588	1418	1770	709
BAT 67	70	163	405	405	1058	1275	1595	710
PROMEDIO	154	228	342	452	736	1208	1763	697

DMS 5% VAR. = 134 kg/ha
DMS 5% Profundidad de la tabla de agua = 108 kg/ha
C.V. = 21.3%

Figura 1. Evaluación de la eficiencia del fríjol en la utilización de bajo fósforo en el suelo.

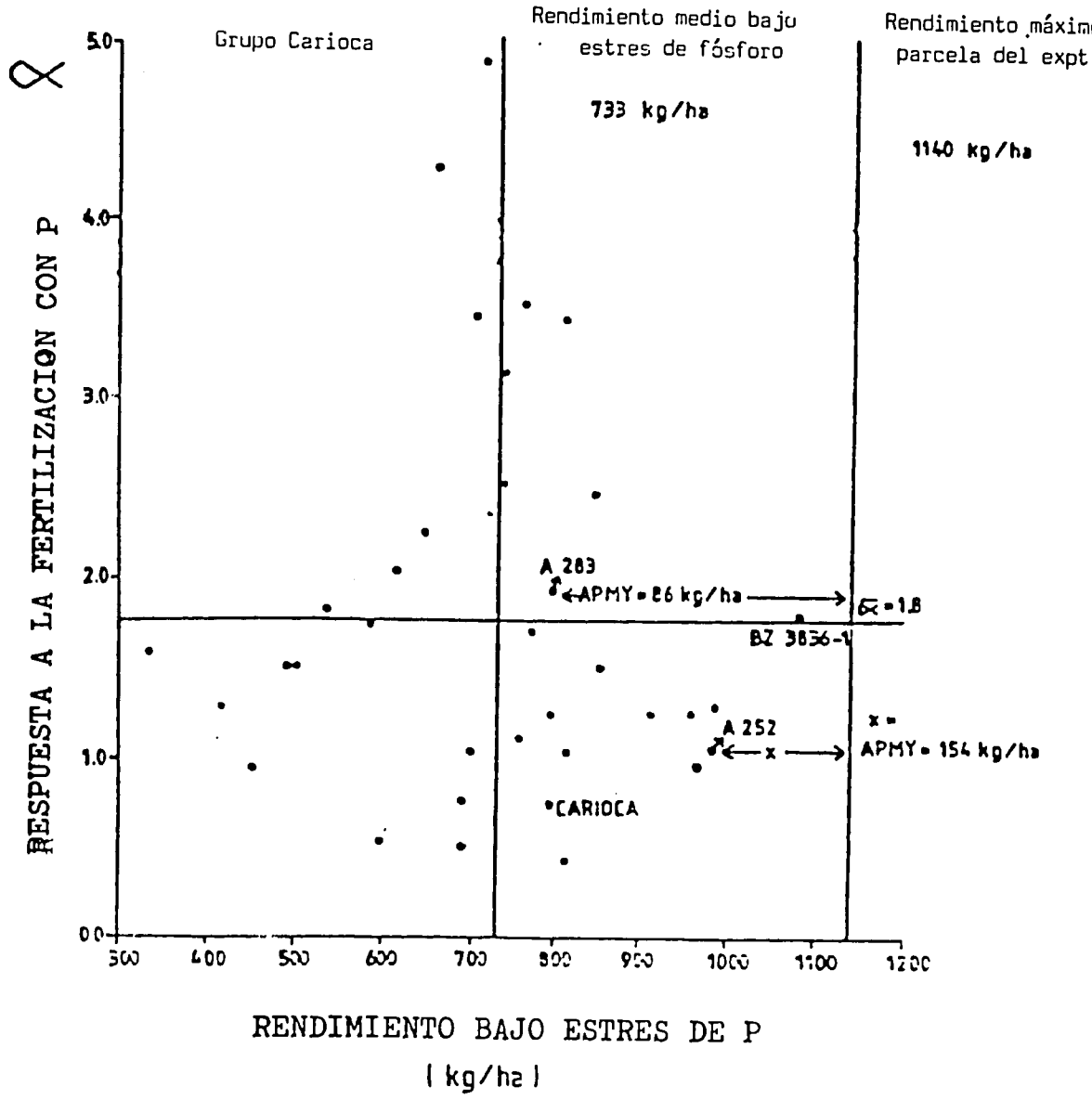
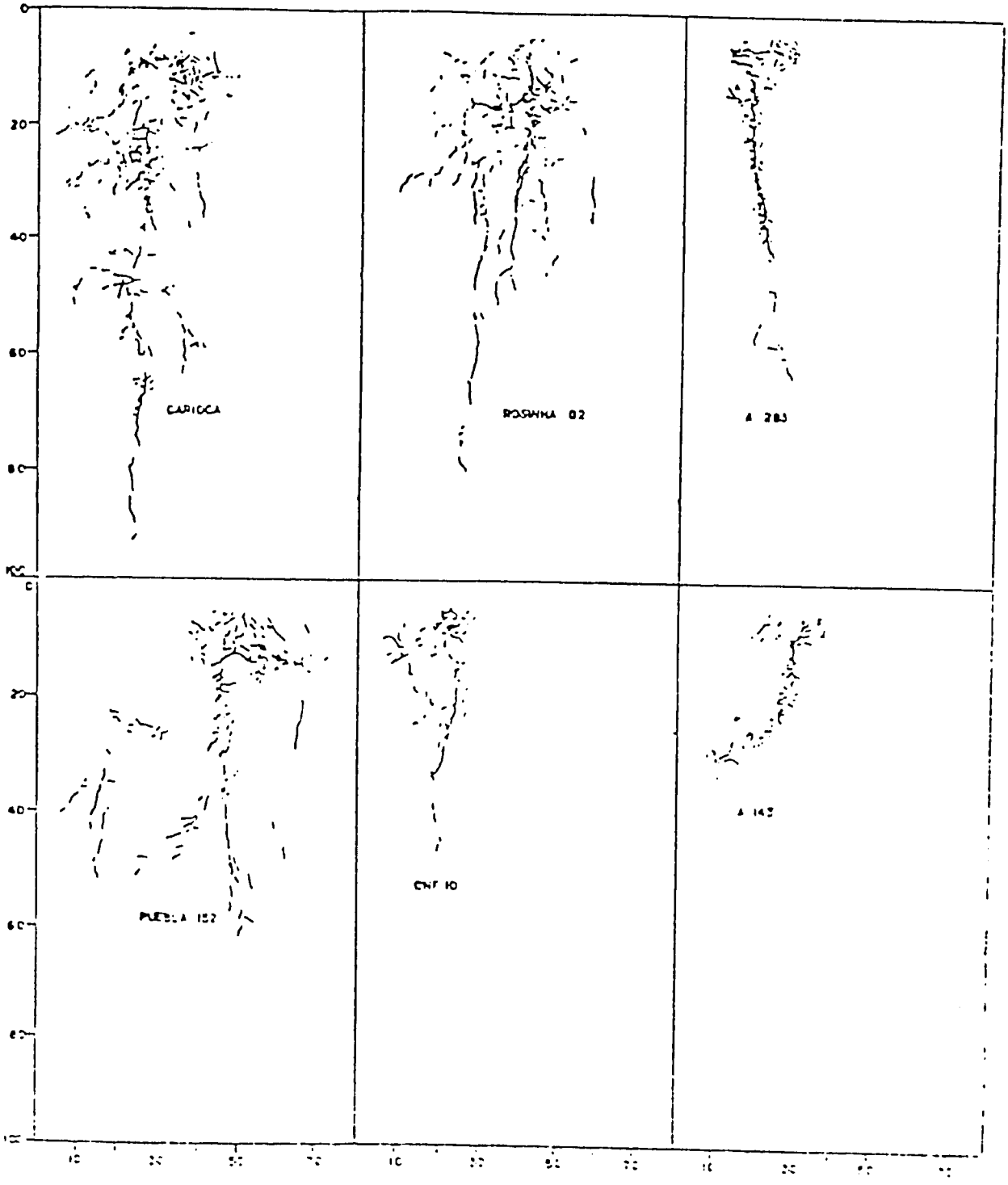


Figura 2. Patrones de enraizamiento de seis cultivares diferentes en Rhizoctron de la Universidad Federal de Paraná.



D. 3. Peru

Introducción

El proyecto regional del CIAT en Perú para impulsar la producción y el consumo de fríjol, ha estado ya operando por tres y medio años. Durante el año pasado se concentraron las acciones sobre tres principales actividades que fueron mejoramiento genético, producción de semilla y la capacitación científica.

Avances en Mejoramiento Genético

En la región de la costa, lo más significativo es que ya se cuenta por lo menos con 35 líneas avanzadas de fríjoles de color amarillo canario (resistentes a la roya al BCMV), muy semejantes en su tipo de grano al canario Divex 8120 que es la variedad tradicional que se siembra en la costa central de Perú. Todas estas líneas junto con CIFAC 1277, se están evaluando en los campos de los agricultores para decidir proximamente cuáles son liberadas oficialmente.

Dentro del apoyo que se está dando a la investigación de fríjol en las Universidades de Perú a través de convenios que se tienen con el INIPA, en 1986 se logró lanzar una nueva variedad de fríjol "Panamito molinero", la cual es la primera variedad que se recomienda para siembras de verano en la costa central.

En la región de la sierra se continuó seleccionando las mejores líneas avanzadas de fríjol por su resistencia al añublo de halo, a la anctracnosis y por su productividad. Esto dió lugar a que se formaran los segundos ensayos en red como es el "ensayo uniforme de rendimiento de fríjoles trepadores para la sierra-1986" con seis nuevas líneas y el "ensayo uniforme de rendimiento de fríjoles arbustivos para la sierra-1986" con nueve líneas. Estos ensayos se distribuyeron a 11 cipa's o centros regionales en el país para su siembra.

En la región de la selva no se ha podido seleccionar todavía ninguna línea sobresaliente de fríjol con tolerancia a la enfermedad "Mustia Hilachosa". Sin embargo, en el cultivo de cowpea se pudo liberar oficialmente una nueva variedad para la región de Iquitos con el nombre de "San Roque".

Producción de semilla

La producción de semilla "basica" de fríjol se impulsó en cuatro principales regiones de Perú, habiéndose sembrado más de 150 hectáreas como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Principales regiones productoras de Perú donde se impulsó la producción de semilla de fríjol.

Departamento	Zonas productoras	Variedades	Superficie (ha)
Lambayeque	varias	Bayo Florida	
		Blanco Chancay	100
Arequipa	Camana, Majes	Canario Corriente	36
Cajamarca	varias	Gloriabamba	30
ICA	Valle de Chincha	Canarios y Blancos	25

Estas semillas se produjeron en los campos de los agricultores por medio de contratos formulados con los CIPA's o Centros regionales.

Capacitación

El personal científico del INIPA, trabajando sobre fríjol, participó en cursos de capacitación que se realizaron tanto en CIAT como en el propio país. Como puede verse en el Cuadro 2, un número de seis científicos intervinieron en cursos de capacitación dictados en el CIAT.

Con respecto a cursos conducidos en Perú, se llevó a cabo en la sede del Centro Internacional de la Papa, la tercera fase y última del "I curso intensivo posgrado de investigación de fríjol en los campos de agricultores de Perú". Este curso se inició en Febrero de 1985 se condujo en las zonas productoras del departamento de Cajamarca y permitió capacitar un número total de 24 profesionales.

Futuro

Con este informe se termina el proyecto colaborativo en Perú. En 1987 el proyecto PROCIANDINO iniciará sus actividades, e incluirá al lado de Perú también Venezuela, Colombia, Ecuador y Bolivia.

El programa de fríjol de CIAT estará estrechamente vinculado con el proyecto PROCIANDINO financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo. Los informes anuales de CIAT incorporan el capítulo de Perú dentro del capítulo de la zona andina.

4. ALTIPLANO DE MEXICO

A principios de 1986, se despacharon para México 2 ensayos con 45 poblaciones segregantes cada uno, 4 testigos y 2 repeticiones para ser sembrados en dos localidades diferentes. Se busca con esto continuar con la descentralización del proceso de mejoramiento genético para que se puedan hacer evaluaciones y selecciones en generaciones tempranas en condiciones adecuadas, combinando la adaptación específica con resistencia a las principales enfermedades locales. Se espera que de esta manera el progreso sea mucho mas firme, de lo que ha sido hasta ahora. Mientras tanto en CIAT, se continua con el avance de los cruzamientos verificados en 1985. De acuerdo con la nueva estrategia del programa, estas poblaciones F se siembran en Palmira, en ensayos de rendimiento, arreglados en lattices con dos replicaciones. Buscando la mayor expresión del potencial de rendimiento se manejan con tecnología de altos insumos. En esta forma se sembraron en Diciembre de 1986, en Palmira 850 poblaciones segregantes, que serán la fuente de las futuras lineas.

5. ASIA OESTE Y ARGENTINA

En Diciembre de 1985 se enviaron 6 juegos del vivero de lineas blancas VAPA 86 a 3 instituciones, de Argentina, INTA, EEAOC y Rancho Las Cañas, para sembrarlo en otras tantas localidades en Febrero/86. Este vivero VAPA 86, constaba de 520 entradas, en su mayoría de lineas de grano grande pero también incluía lineas de grano mediano y pequeño. Cada entidad ha hecho sus propias selecciones y para el proximo ciclo adelantaran ensayos de rendimiento en varias localidades. Ademas, se logro incrementar en CIAT un grupo de estas lineas, que tuvieron buen comportamiento en Argentina, y aprovechando la visita de 2 investigadores que permanecieron por tres meses en CIAT, se organizo un IBYAN con 16 entradas que va a ser sembrado en 4 localidades en Argentina en 1987. Esto permite avanzar mas rapidamente, al menos algunas de las lineas de mejor comportamiento en VAPA. La EEAOC, de acuerdo con los resultados de su programa de ensayos regionales decidió inscribir y liberar como variedades comerciales 3 lineas de grano blanco: TUC 122 de grano pequeño, TUC 27 de grano mediano y TUC 56 de grano grande. Ademas, esta gestionando la inscripción de una línea de grano rojo, el PVAD 1111 y de una de grano negro el TUC 157. El INTA, ha solicitado 48 cruzamientos para ellos que han sido programados de acuerdo con el comportamiento de líneas de los VAPA anteriores en zonas frescas, donde el problema de roya es bastante fuerte y en zonas calidas cuyos problemas mas serios son la bacteriosis y el complejo de virus trasmitido por mosca blanca. Estos cruzamientos se harán en CIAT a comienzos de 1987. Con los 2 investigadores visitantes se han seleccionado 18 poblaciones segregantes que serán sembradas por INTA y EEAOC en el primer semestre de 1987. Estas poblaciones permitirán hacer sus propias selecciones en condiciones locales. Un vivero similar que se denomina WANABAN 86 se despacho en Abril/86 para varias localidades de Turquia, Bulgaria, España, Portugal, Iran y Tunez. Para estos países el número de entradas varió entre 30-400 por ensayo. Aun no se ha recibido información completa del comportamiento de estas líneas.

En CIAT se continúa el proceso de cruzamiento para algunos tipos de grano, que como el Dermason, Great Northern y Bolita apenas se iniciaron el año anterior. Todas estas poblaciones se estan acumulando para sembrarlas en Palmira en 1987. Para Turquía se enviaron en Diciembre/85, 55 poblaciones segregantes, que incluían padres con tipo de grano de esa zona. Estas poblaciones fueron sembradas en 1987 y en ellas el programa de mejoramiento de ese país hará las selecciones adecuadas en sus propios ambientes.

PRECOCIDAD

Este ciclo de cruzamientos incluye padres muy precoces como es el caso de G 2883, G 3017 y otros. Son cruzamientos hechos para diferentes tipos comerciales de grano. Siguiendo la misma estrategia para evaluación de poblaciones mencionadas anteriormente, se sembraron en Palmira en el primer semestre de 1986, 300 poblaciones segregantes de las cuales pasaron a Quilichao 240 y de estas 130 se sembraron en Popayán en Diciembre/86 para hacer selecciones individuales. Se

espera tener un numero alto de selecciones precoces para evaluar en 1987.

SEQUIA

Se han sembrado en Palmira 67 poblaciones segregantes para este proyecto. Estas poblaciones se evalúan en este ciclo seco de Diciembre/86-Febrero/87. Se siembran siguiendo la estrategia general del programa, y se le aplica, un estrés moderado de sequia, consistente en hacer solamente 2 riegos durante el ciclo de cultivo. Se adelanta también la producción de semilla F de 66 cruzamientos dialélicos entre 12 lineas tolerantes a sequía para un estudio genético de esta característica.

ANTRACNOSIS

En Popayán se hizo un nueva evaluación del banco de germoplasma disponible (- 16.500 accesiones) por su comportamiento a la antracnosis Colletotrichum lindemuthianum. Desafortunadamente por problemas de pudriciones radiculares, adaptacion y otros factores ambientales, solo se tuvo información del 54% de las accesiones (8.762). De estas, 4.596 (27%) tuvieron reacción resistente o intermedia y 4166 (25%) presentaron reacción susceptible. Se avanzaron ademas 51 poblaciones segregantes que combinan diversas fuentes de resistencia a este hongo junto con otras caracteristicas de interés.

Cuadro 1. Avance de poblaciones en 1986. Fríjol mejoramiento II.

Zona o Proyecto	Palmira	Quilichao	Popayán
Brasil	736 (Marzo)	589 (Agosto)	316 (Diciembre)
México	850 (Diciembre)		
Sequía	67 (Diciembre)		
Precocidad	300 (Marzo)	240 (Agosto)	130 (Diciembre)
Antracnosis			
TOTAL	1953	829	497

6. ZONA ANDINA

Colombia

En 1985, se liberaron tres variedades como resultado de una investigación colaborativa entre el ICA y el CIAT (Convenio ICA-CIAT). Estas fueron Frijolica 0-3.1 (fríjol arbustivo para tierras altas), Frijolica 0-3.2 (Fríjol voluble para tierra alta) y Frijolica LS-3.3 (fríjol voluble para tierras altas). En la tabla 1 se presentan las cantidades de semilla básica que se produjeron en las estaciones de ICA, CRI Obonuco y CRI La Selva.

Antioquia: En el CRI de La Selva, se codificaron 190 nuevas líneas avanzadas de fríjol voluble. Se han seleccionado 32 líneas con base en el rendimiento, resistencia a enfermedades, y tipo de grano, las cuáles se encuentran actualmente en ensayos avanzados de rendimiento en condiciones de baja y alta fertilidad, y conformarán la base de un ensayo regional en Colombia para altitudes comprendidas entre 1800 y 2600 metros. Se han obtenido incrementos del rendimiento sobre los otros cultivares liberados hasta la fecha. Existen ahora muchas líneas disponibles del tipo de grano Radical con el mismo proceso de mejoramiento que los de tipo Cargamanto. El primer cultivar liberado en el programa colaborativo, ICA-Llanogrande, ha sido un progenitor importante en la nueva generación de líneas avanzadas, como también una fuente de rendimiento mejorado y resistencia a la Antracnosis. Aunque el mejoramiento de resistencia a Ascochyta se ha ido obteniendo en forma gradual, el progreso con la resistencia a este patógeno ha sido el más lento. En los ensayos con fungicida, el mejor control de Ascochyta se obtuvo con aplicaciones semanales de Clorotalonil (1.25 gramos del ingrediente activo por litro) aplicado durante el tiempo comprendido desde dos semanas antes de la floración hasta dos semanas después de la floración.

Se realizaron ensayos regionales con fríjol arbustivo en 25 localidades de Antioquia. Las mejores líneas fueron PVA 476, PVA 77 y PVA 698, las cuáles pasarán a los ensayos de confirmación de variedades de posible liberación.

Nariño: De las selecciones realizadas en el CRI de Obonuco, se sembraron 10 líneas avanzadas de fríjol voluble en ensayos regionales de cultivo intercalado con maíz en Ipiales, Contadero y Córdoba. Las líneas más promisorias para variedades de posible liberación son AND 53, conocida también como V-8012-43, y ZAV 7, conocida también como TIB-3042. Estas son resistentes tanto a la Roya como a la Antracnosis, y en 4 localidades, el rendimiento promedio sobre el cultivar local Mortiño fué de 180% y 158% respectivamente. Los resultados obtenidos inicialmente en la estación experimental, que indican que el rendimiento puede incrementarse con los nuevos cultivares mediante la disminución de la distancia entre hileras de maíz y de fríjol, han sido confirmados en los ensayos a nivel de finca. La distancia recomendada para Frijolica 0-3.2 es de 0.80 metros x 1 metro entre hileras, lo que permite un incremento del rendimiento tanto del fríjol como del maíz.

Los ensayos regionales con fríjol arbustivo en Nariño se sembraron en el Tambo y Funes. En el Tambo (región seca, 1250 metros de altura), las mejores líneas nuevas fueron AND 359, ICA 15551 y AND 311 con un rendimiento entre 28% y 42% mayor que el Nima (variedad local). En Funes, las mejores líneas nuevas fueron PVA 3043, AFR 198 y PVA 3038, que rindieron un 19% más en promedio que el Argentino (variedad local).

Región Cafetera: En 1985, se organizó en colaboración con el ICA, un ensayo regional de fríjol arbustivo que consistió en 7 líneas de fríjol y un testigo local. Las líneas de fríjol se seleccionaron en base a los datos del rendimiento de los viveros regionales anteriores. Los ensayos fueron sembrados por agrónomos de FEDECAFE, CVC, FES Y el ICA en las áreas de altitudes medias de Colombia. Calima, la variedad comercial estandar, presentó el rendimiento más bajo seguido por PVA 916 y el testigo local, el cual varió de acuerdo con la región (Tabla 2). Dos líneas de fríjol de semilla pequeña roja moteada PAI 29 y PAI 92, fueron superiores a las demás líneas en rendimiento promedio. La desventaja de estas líneas es el tamaño pequeño de su semilla. Sinembargo, su alto rendimiento puede hacerlas atractivas para los agricultores en ciertas áreas, especialmente aquellas que están menos orientadas hacia los grandes mercados. Las líneas de fríjol A 36 y A 486 tuvieron un rendimiento mayor que la variedad local y el Calima. Además el color y el tamaño de grano fueron aceptables. Actualmente estas líneas se están cultivando en grandes parcelas demostrativas a lo largo de todo el país para la posible liberación de variedades.

Los ensayos de rendimiento en muchas áreas de Colombia fueron atacados por la Mustia Hilachosa. Solamente PAI 29 y PAI 92 presentaron resistencia, lo cual puede haber contribuído a su rendimiento superior. Debido a la importancia de la enfermedad en muchas de las áreas productoras de fríjol, en 1986 se conformó un Vivero de Observación especial para determinar si algunas de las líneas avanzadas élite del CIAT y el ICA son resistentes. El vivero consiste en 219 líneas de tipo de grano comercialmente aceptable sembrados en 6 localidades. Los mejores materiales de este vivero conformarán la base para los futuros ensayos regionales de rendimiento.

Tabla 1. Cantidades de semilla básica y certificada producida en 1985/86 de tres nuevas variedades liberadas en Colombia.

Variedad	Semilla Básica kg	Semilla Certificada kg
Frijolica 0-3.1	1080	-
Frijolica 0-3.2	1106	-
Frijolica LS-3.3	1000	2455

Tabla 2. Ensayos regionales de rendimiento de fríjol arbustivo en Colombia. 1985–86.

Líneas de fríjol	LOCALIDAD																	
	Pitalito 86A	Pitalito 85B	Pitalito 85B	Garzón 85B	Timaná 85B	La Plata 85B	Consacá 85B	Restrepo 85B	El Aguila 85B	Ibagué 85B	Aranzazu 85B	Manizales 85B	Chinchiná 85B	Viota 85B	Cocorrá 85B	Promedio	Semilla seca g/100	Color semilla
A 36	1124[1]	1393	1045	996	1121	1215	1207	691	1229	909	675	1387	1221	988	1866	1138	47	Roja moteada
A 486	1077	799	1667	1530	647	631	1212	1262	1613	1135	1170	1313	1221	1708	1166	1210	46	Crema moteada
PVA 916	1016	897	1081	1217	373	661	1216	824	1536	1676	1344	672	1362	1146	966	1066	46	Roja moteada
PVA 1261	1147	1177	1332	1119	403	371	1112	1036	732	1561	1198	1566	1221	1123	1256	1090	46	Roja moteada
Calima	724	824	1963	1238	388	440	1291	582	1152	1135	1274	641	1157	1168	522	973	55	Roja moteada
PAI 29	1986	1858	997	1367	2587	3038	1454	2146	1638	1276	1325	2096	964	1376	1294	1694	30	Roja moteada
PAI 92	1801	1844	846	1534	3450	2507	1420	2528	1229	1135	1348	867	1414	1780	1478	1679	23	Roja moteada
variedad local	1062	1138	1002	943	964	1078	1024	867	804	1107	1608	1394	1374	644	1292	1087	40–55	Variable
Nivel de significancia	**	NS	*	NS	**	**	**	**	NS	**	NS	**	NS	NS	NS			
Dept.	Huila	Huila	Huila	Huila	Huila	Huila	Nariño	Valle	Valle	Tolima	Caldas	Caldas	Caldas	Cundinamarca	Antioquia			
Altitud	1350	1350	1458	–	–	–	1500	1450	1700	1250	1950	–			1450			
Precipt.	2000	2000	1600	–	–	–	1390	1200	1800	1875	2500	–		–	2500			
Variedad local	Nima	Nima	Nima	Nima	Nima	Nima	Nima	Calima	Sangre toro	Algarroba	Uribe Rosado	Tone	Tone	–	Chiquita Roja			

**, * Indica diferencias significativas entre medias dentro de una columna a P = 0.05 y P = 0.01, respectivamente

1 los promedios individuales se ajustaron de acuerdo con la media general de cada localidad y el promedio general de todos los ensayos.

7. AFRICA

a. Región de los Grandes lagos

El Programa Regional de Fríjol de los Grandes Lagos, financiado por el gobierno de Suiza (SDC), está encargado de la Region de Africa Central, la cual incluye Burundi, Ruanda y Zaire. El programa trabaja en diferentes regiones con las instituciones de investigación de agricultura nacional; el Instituto de las Ciencias Agronómicas de Burundi (ISABU); el Instituto de las Ciencias Agronómicas de Ruanda (ISAR); el Programa Nacional de Leguminosas de Zaire (PNL) y el Instituto nacional de Estudios e Investigaciones Agrícolas (INERA). El informe nacional que sigue a continuación presenta de nuevo el trabajo de estas instituciones nacionales de investigación en colaboración con el CIAT y con diferentes proyectos agrícolas y de desarrollo.

Adiestramiento y colaboración regionales

Los programas nacionales de cada región colaboran frecuentemente en varias actividades de investigación a nivel de toda la región, tales como el Vivero Regional de Evaluación de Resistencia (PRER), y el Vivero Regional de Evaluación de Líneas Avanzadas de Africa Central (PREL.AAC), los ensayos avanzados de rendimiento regional y los subproyectos regionales. El programa de PREELAAC apenas comienza y se describe en la sección de Desarrollo Varietal de este informe.

El primero de los subproyectos regionales se inició este año. Los programas de investigación nacional asumieron la responsabilidad para establecer los tópicos específicos de investigación a nivel regional. Estos subproyectos son financiados parcialmente con fondos regionales. Las técnicas, variedades y la información obtenida se distribuyen entre los programas, y los progresos realizados en cada materia se reportan en los encuentros regionales de investigación de fríjol.

Los subproyectos iniciados hace algún tiempo se enfocaron sobre la mancha foliar angular (ALS), el añublo bacteriano común, el añublo de halo y la mosca de fríjol. El proyecto de ALS, dirigido por el PNAL en Mulungo, Zaire estudiará las reducciones del rendimiento causadas por esta enfermedad e identificará y desarrollará fuentes de resistencia con mejor adaptación. En Burundi, el ISABU inició recientemente subproyectos en añublo bacteriano común, añublo de halo y se están planeando subproyectos adicionales sobre métodos de control para la mosca del fríjol.

Además de la colaboración entre los programas nacionales, la estrecha colaboración con los proyectos regionales de agricultura y desarrollo han sido importantes en el aumento de la eficiencia de la investigación y la subsecuente difusión de la información. El evento más importante este año fué el establecimiento de un enlace con la importante región de producción de fríjol de Kivu Norte, Zaire, a través del inicio de la colaboración con dos proyectos de producción y desarrollo de semilla localizados en la región. Estos proyectos son: CAPSA (Centro de Adaptación y de Producción de Semillas Amiláceas)

financiado con ayuda del Canadá, y la CBK (Comunidad Bautista de Kivu) la cual tiene un fuerte énfasis en el desarrollo rural. La colaboración con estos proyectos, en la investigación de diagnóstico y la multilocalización y los ensayos a nivel de finca, prometen facilitar la transferencia de tecnología desde PNL (con base en el sur de Kivu), hasta esta importante región de producción.

La segunda conferencia anual regional de investigación en fríjol se realizó en Bukavu, Zaire, del 19-24 de Mayo. Esta se organizó en forma conjunta con el programa regional del CIAT y el Instituto de Investigación Agronómica y Zootécnica (IRAZ), un instituto regional agrícola de la Región de los Grandes Lagos. Se realizaron cerca de 34 presentaciones sobre diferentes aspectos de la investigación en fríjol. El seminario reforzó notoriamente la colaboración con Zaire.

En Diciembre de 1985 el programa del CIAT participó en un taller de 3 días de duración realizado por ISAR en Rubona sobre extensión e investigación en fríjol. El objetivo de este taller fué actualizar los proyectos de agricultura y desarrollo sobre la investigación en leguminosas realizada por el Instituto en Rwanda. El taller generó un interés posterior en los proyectos orientados para realización de ensayos a nivel de finca y en diferentes localidades, en cooperación con el ISAR.

Este año se colocó el énfasis más fuerte en adiestramiento. El programa del primer taller técnico de adiestramiento se realizó en Gisenyi, Rwanda del 19 al 24 de Abril, con participantes de Zaire y Rwanda. Un objetivo importante de este taller fué adiestrar a los técnicos de Kivu Norte, Zaire, para manejar ensayos y encuestas. Otras actividades de adiestramiento incluyeron dos talleres sobre enfermedades y plagas de fríjol en Rwerere, Rwanda, del 26-29 de Mayo y del 7 al 9 de Julio en colaboración con el ISAR, y un proyecto de la USAID sobre sistemas de fincas llamado FSIP. Adicionalmente, se organizó un taller de investigación a nivel de finca en Butare, Rwanda con el CIMMYT y el ISAR, del 26-29 de Agosto. Además, de la atención a los talleres, se fomentaron bastante las visitas interprogramas por el personal staff de investigación nacional. Por ejemplo, se realizaron dos visitas diferentes a Rwanda por los científicos vecinos del programa nacional de fríjol de Uganda durante un adiestramiento a corto plazo en investigación a nivel de finca, como también para obtener germoplasma para su programa.

Evaluación y Desarrollo de variedades

Durante 1986, se continuó con la introducción de una gran cantidad de germoplasma a la región durante 1986 (Tabla 1). Se introdujeron líneas mejoradas avanzadas como potencial de nuevas variedades para la región y/ o como fuentes de resistencia a los factores que limitan la producción del área de los Grandes Lagos, con un especial énfasis en resistencia a enfermedades. Junto con el germoplasma recolectado localmente, el germoplasma que se introdujo conforma una base excelente para los programas de desarrollo de variedades.

El germoplasma local se recolectó a través de toda la región en 1986 con el respaldo dl IBPGR y de la USAID. Desde la iniciación del programa regional del CIAT, mas de 600 variedades locales y mezclas de variedades de éstas y otras colecciones se han sometido a cuarentena en Europa y se enviaron a CIAT para su inclusión en la colección de germoplasma. La cuarentena del Germoplasma en Europa se realiza a través de la Estación de Investigación Nacional de Hortalizas en Wellesbourne, Inglaterra y en la Universidad de Gembloux, Bélgica. El envío de este germoplasma a CIAT ha permitido la realización de cruces en el CIAT entre el germoplasma recolectado localmente y otras variedades desarrolladas o recolectadas por el CIAT. Muchos de estos cruces varietales enviados hacia la región de los Grandes Lagos desde el CIAT incluyen ahora variedades locales como uno de los progenito - res.

Una gran proporción de germoplasma se introduce ahora como poblaciones segregantes, y los programas de desarrollo varietal de las regiones colocan un énfasis cada vez mayor en el manejo de las poblaciones segregantes como fuente de nuevas variedades. Un gran número de lineas de fríjol mejoradas arbustivas y volubles, desarro - lladas en forma local o introducidas, están evaluándose ahora a través de pruebas varietales en estaciones experimentales hasta la evaluación en fincas.

Se han identificado muchas variedades promisorias de fríjol arbustivo y voluble por los programas nacionales. Las nuevas variedades promisorias arbustivas en los estados avanzados de evaluación en la región son las siguientes :

Procedentes de ISABU:

PVA 1186, PVA 779, A 410 y variedades desarrolladas localmente HM-5 y Hm 21-7.

del ISAR : PVA 1438, G 13671, G 11060, y la variedad RWR 221 desarrollada localmente.

del PNL/ZAIRE: BAT 1297, y la variedad Nakaja recolectada localmente.

Se incluyeron las nuevas variedades promisorias de fríjol voluble en el ensayo regional de fríjol voluble (tabla 2).

Tabla 1. Germoplasma originado en CIAT e introducido y evaluado en la Región de los Grandes Lagos en 1986.

Programa Nacional		IBYAN ensayos de rendimiento	Líneas[b] avanzadas	Poblaciones segregantes
ISABU	(Burundi)			
	1986 A[a]	0	329	45
	1986 B	1	338	61
ISAR	(Rwanda)			
	1986 A	1	1018	285
	1986 B	0	211	393
PNL	(Zaire)			
	1986 A	4	329	13
	1986 B	0	0	51
	TOTAL	6	2225	848

[a] 1986 A: Cosecha de Enero, 1986 B: Cosecha de Junio

[b] Accesiones de germoplasma procedente de América Latina o desarrolladas en el CIAT.

Tabla 2. Resultados de los ensayos regionales con líneas avanzadas de fríjol voluble, 1986.

Mulungu, Zaire (1730 MASL)	1986 A kg/ha	Mulungu, Zaire (1730 MASL)	1986 B kg/ha	Días/M[X]
G 2331	1391	Puebla Criolla	3083	113
G 2333	1219	ACV 8331	1913	113
G 685	1181	G 858	1900	114
Urunymba 3	921	G 685	1658	92
Puebla Criolla	849	Nain de Kyondo	1645	110
Nain de Kyondo	820	Mabayange	1570	111
ACV 8331	813	C 10	1463	111
G 858	805	G 2333	1350	110
Musale	726	G 2331	1325	110
Cuarentino-0817	714	Cuarentino-0817	1200	113
C 10	684	Musale	1083	110
Mabayange	678	Urunymba 3	925	111
Local Mixture	368	Local Mixture	-	
LSD. 05	368	LSD. 05	592	

Rwerere, Rwanda (2100 MASL)	1986 A kg/ha	Rwerere, Rwanda (2100 MASL)	1986 B kg/ha	Días/M
G 858	2240	G 858	1656	122
G 2331	1727	Local Mixture	1375	109
G 2333	1685	ACV 8331	1208	121
Urunymba 3	1248	Urunymba 3	1172	108
C 10	1218	C 10	1108	111
Cuarentino-0817	1135	Mabayange	1094	121
Local Mixture	1090	G 685	1070	113
Puebla Criolla	843	Cuarentino-0817	995	117
ACV 8331	788	G 2333	922	111
Nain de Kyondo	732	Nain de Kyondo	898	121
Mabayange	728	Musale	604	111
Musale	632	Puebla Criolla	518	121
NDS.05	458	NDS.05	519	

X = Días a madurez

Cuadro 3. Las 16 líneas más resistentes a la mancha foliar angular en dos localidades y en dos estaciones en la Región de Los Grandes Lagos.

	ALS (1-9)	Rendimiento (g 1.5^{-2}m)	Tipo de Crecimiento	Color de semilla	Tamaño de Semilla
A 221	1.6	140.0	II	Negra	Pequeña
A 240	1.8	170.0	II	Crema	Pequeña
G 11526	1.8	137.9	II	Crema	Pequeña
A 300	1.6	117.0	II	Crema	Pequeña
A 339	1.8	133.4	II	Crema	Mediana
A 216	1.8	123.0	III	Negra	Pequeña
G 5473	1.8	122.2	II	Bancla	Pequeña
A 212	1.8	118.0	II	Negra	Pequeña
A 345	1.6	87.4	II	Crema	Pequeña
BAT 1647	1.8	85.5	II	Negra	Pequeña
G 5173	2.0	211.0	II	Negra	Pequeña
A 140	2.2	155.5	III	Crema	Pequeña
BAT 963	2.2	102.6	III	Café	Mediana
G 3666	2.0	165.4	II	Negra	Pequeña
G 2676	2.0	89.2	II	Negra	Mediana
BAT 1435	2.2	97.2	II	Amarilla	Pequeña
BAT 76 (Res)	2.0	70.8	II	Negra	Pequeña
BAT 1510 (Res)	2.2	124.0	III	Púrpura	Pequeña
Munyu (Susc)	6.2	67.3	I	Café	Mediana
Rubona 5 (Susc)	5.5	186.5	I	Roja moteada	Grande
NDS (P=0.05)	1.6	85.0			

1 = Sin síntomas, 9 = 25% del área superficial afectada.

Algunas de estas lineas, sinembargo, tienen a menudo ciertas características que limitan su potencial de rendimiento. Por ejemplo, dos de las variedades de alto rendimiento, Kibungo, liberada por el ISABU, e Ikiyange (A 197) liberada recientemente por el ISAR, son muy susceptibles al añublo de halo y a la antracnosis, respectivamente. Para incorporar la resistencia a estas enfermedades, se realizaron cruces. Utilizando, como progenitores donantes, variedades identificadas tanto como resistentes y bien adaptadas a la región.

Se continuó con las introducciones de variedades como fuentes de resistencia a enfermedades de importancia principal, tales como mancha foliar angular, antracnosis, Ascochyta y añublo de Halo, según se describió en el informe anual de CIAT de 1985. Las introducciones se evaluan inicialmente en viveros específicos para enfermedades por resistencia y adaptación. Las fuentes promisorias de resistencia se posteriormente en viveros de evaluación de enfermedades en diferentes localidades (PRER) por la estabilidad de la resistencia.

Mancha Foliar Angular

En 1986 se evaluaron y se examinaron por los programas nacionales 116 nuevas variedades según su resistencia a ALS utilizando el BALSIT (Ensayo Internacional de ALS en fríjol). El vivero se sembró en Kivu del Sur, Zaire (Mulungu), y en Rwanda del Sur (Rubona), donde la enfermedad es muy prevalente. Se reunieron y se analizaron los resultados de dos estaciones y las mejores variedades se presentan en la tabla 3. Se encontraron diferencias altamente significativas (de = 0.5 en la severidad de la ALS) entre 116 variedades. Aunque las mismas variedades no expresaron un mejoramiento significativo en el nivel de resistencia a la ALS en comparación con las fuentes ya establecidas como A240, sí hubo un mejoramiento en general en las nuevas lineas. Se dispone de más tamaños, y colores de semillas en las líneas adaptadas para los propósitos de mejoramiento y selección varietal. Sinembargo, no existen todavía buenas fuentes de resistencia entre las variedades con hábitos de crecimiento I y semilla grande.

Antracnosis

En Rwanda el programa nacional fundamentalmente se orientó sobre el ensayo internacional de Antracnosis en fríjol (IBAT) y en las recolecciones del germoplasma local para nuevas fuentes potenciales de resistencia a la Antracnosis. Las introducciones se tamizaron en la estación de Rubona. Las fuentes identificadas de resistencia se continuaron examinando en los PRER, donde variedades tales com A483, A484, A252 y otras se mostraron susceptibles. Las nuevas fuentes de resistencia en 1986 se presentan en la tabla 4. Estas nuevas fuentes están menos adaptadas que el testigo susceptible local. Todos los materiales de antracnosis se están evaluando también en la facultad de Agricultura de la Universidad Nacional de Rwanda, por su resistencia a los patotipos regionales de antracnosis en condiciones controladas de laboratorio. Esto permitirá que las evaluaciones de las posibles fuentes introducidas sean rápidas y seguras.

Mancha de Ascochyta

En P. vulgaris se dispone actualmente de bajos niveles de resistencia a Ascochyta. En un esfuerzo para identificar altos niveles de resistencia dentro de las especies, se inició por el CIAT en Colombia y por el programa Regional de los Grandes Lagos la evaluación de la colección mundial de germoplasma. Después de su tamizado inicial en Colombia, las líneas se enviarán al GLR para continuar la evaluación en ambos continentes de los patotipos prevalentes de este patógeno. Estas líneas también serán evaluadas en condiciones ambientales controladas en colaboración con la Universidad Nacional de Rwanda. En forma conjunta, se está investigando también la herencia de la resistencia de Ascochyta en colaboración con el programa Nacional.

Añublo Comun y de Halo

Como parte de un subproyecto regional, el programa Nacional de Burundi evaluó el vivero Internacional de Añublo de Halo (IBHBN) y el Vivero Internacional de Añublo común. Las enfermedades se evaluaron tanto en casas de tamizado por inoculación y en ensayos de campo. Bajo una presión uniforme de Halo, el 91.2% de las 113 variedades de IBHDN presentaron tasas de severidad entre 1 y 3. Treinta y nueve variedades presentaron resistencia contra las razas locales de Pseudomonas syringae p.v. phaseolicola.

A pesar de las inoculaciones mecánicas y con aspersión, los resultados de la evaluación de las 127 variedades no fueron satisfactorios. Sinembargo, el 40% de las variedades presentaron infección en vainas y tasas de senilidad de 7 y 8. Entre las líneas más susceptibles que se examinaron se incluyen variedades ya liberadas tales como Kirundo y Calima.

Roya

El Vivero Internacional de la Roya (IBRN), se evaluó en Kivu del Sur y Bugasera, una región de Rwanda de baja elevación donde la roya (Uromyces appendiculatus) se considera localmente importante. Las líneas sin síntomas y con mejor adaptación en ambas localidades fueron: Guanajuato 10-A-5, Cuva 168-N, G5712, Guerrero 6 y Turrialba, todas variedades de semilla negra. Entre algunas variedades sin síntomas, de menor adaptación, se incluyen G1098, Negro Jalpataqua, Guerrero 6, BAT 1426 y BAT 1427, que presentan colores de semilla más aceptables.

BCMV

En 1986 se colocó mas énfasis en el tamizado de los materiales resistentes al BCMV y a las poblaciones segregantes. Cerca de 100 materiales parentales y 250 poblaciones se tamizaron durante cada estación, en el campo. Materiales tales como BAC 122, del cual se pensó anteriormente era resistente, presentó síntomas de mosaico en ambas estaciones. Sinembargo, otras líneas resistentes más establecidas

como BAN 6, BAT 1387 y VCB 81012 permanecieron sín síntomas. En el futuro, se hará un mayor énfasis en el tamizado por resistencia al BCNR como también en la identificación y el registro de la distribución de las cepas regionales de BCMV.

Mosca del Fríjol

El programa nacional en Burundi empezó la evaluación de el Vivero Regional de resistencia a la Mosca de Frijol (RBFRN), y de lineas mejoradas por niveles cuantitativos de resistencia a la mosca del fríjol. La especie predominante de Mosca del fríjol es Ophiomya spencerella. Los resultados de la primera estación no fueron concluyentes puesto que solo se encontró una infestación benigna de mosca de fríjol en el vivero. Esta investigación continuará la próxima estación. Este año se inició la investigación en la región utilizando tratamientos de semilla con químicos de baja toxicidad para el control de la mosca del fríjol. Hace algún tiempo, el promophos, dialdrin, fenitrothion, lindane, propuxur y trichlorfon han sido evaluados en Burundi (ISABU, Informe Anual 1986, pag. 174-176). El quimico mas efectivo dentro de los evaluados es el Lindane: 25% de i.a., empleado a razón de 3 gramos por kilogramo de semilla antes de la siembra.

PRELAAC

Este año, en forma tardía, se inició un vivero en diferentes sitios compuesto de variedades y lineas mejoradas avanzadas de los tres programas nacionales de la región (Primera siembra en Octubre de 1986) para obtener datos precisos sobre las características varietales importantes tales como resistencia a enfermedades. El principal objetivo es suministrar estos datos a los programas nacionales de selección varietal con el fin de incrementar la precisión y la eficiencia de la selección varietal.

El vivero complementa los ensayos de rendimiento avanzados de cada programa nacional los cuáles no se tamizan normalmente en forma efectiva debido a un gran número de limitaciones de rendimiento. Los programas nacionales están limitados en su capacidad para tamizar múltiples enfermedades debido a las dificultad para obtener altas presiones de diferentes caracteres en un número restringido de lugares. Este vivero, llamado PRELAAC se sembró en diferentes sitios a lo largo de toda la región, los viveros se manejan de modo tal que se obtenga una alta presión uniforme para los caracteres que examinan. La selección de los sitios se hace con base en la experiencia de los investigadores de cada localidad en combinación con una alta presión de plagas naturales o enfermedades. El primer PRELAAC incluye un total de 187 variedades de diferentes ensayos de rendimiento avanzado de la región (Ensayos preliminares, Ensayos comparativos). Se sembraron 8 ensayos diferentes para la primera estación. Se evaluarán 9 caracteres: Mosca del fríjol, Añublo de Halo, Añublo común y Mancha harinosa de la hoja. Si es necesario, se pueden realizar evaluaciones adicionales durante la segunda estación. Los datos serán recopilados al final de cada año y distribuídos a los programas nacionales.

Calidad culinaria de líneas avanzadas

Se evaluaron las líneas avanzadas procedentes de todos los tres programas nacionales de la región con su tiempo de cocción, absorción de agua y carácter de dureza de la semilla (Tabla 5). Se evaluaron un total de 211 líneas diferentes durante las 2 estaciones en varias localidades. En la mayoría de los casos, se observaron diferencias significativas entre las variedades independientemente de las interacciones ambientales (véase el Informe Anual - CIAT, 1985, Estudio de la Influencia Ambiental). En la siguiente sección se puede encontrar un resumen de los resultados para el ensayo regional. Se distribuyeron todos los resultados de laboratorio de los materiales en ensayos avanzados a los respectivos mejoradores de los programas nacionales.

En 1986 A (primera estación), se evaluaron líneas avanzadas en 23 ensayos varietales a nivel de finca por los agricultores en las tres comunidades de Rwanda, según la calidad culinaria de hojas y vainas para estimar la importancia relativa de estas características en la aceptabilidad general del agricultor. Los resultados indican que los agricultores pueden distinguir las variedades de acuerdo con su calidad culinaria de hojas y vainas, pero que esas características son de menor importancia que, el rendimiento, el tiempo de cocción, el sabor y el tiempo a maduración para determinar la aceptabilidad general del agricultor. Por ejemplo, Ikinimba (una variedad de semillas negras y tamaño medio), fué la única la variedad con hojas y vainas significativamente de mejor sabor que la mezcla local. A pesar de esto, los agricultores prefieren continuar la siembra de su mezcla local en lugar de Ikinimba debido a otras características negativas mas importantes tales como color de grano, largo tiempo de cocción y tipo de planta desparramado. Por lo tanto, aun no se decide incluir la calidad culinaria de hojas y vainas como criterio de evaluación de rutina.

Ensayos Regionales de Variedades

El ensayo regional de variedades avanzadas de fríjol arbustivo se sembró durante el año en diferentes localidades dentro de la región. El ensayo incluyó las cuatro variedades de mayor rendimiento en 1985. Se incluyeron nuevas variedades de Rwanda y Zaire en la primera estación de 1986 (Siembra Septiembre de 1985). (Tabla 6). Se añadieron las nuevas variedades de Burundi para la siembra de la segunda estación (tabla 7). Entre las nuevas entradas varietales, fueron promisorias en diferentes sitios las variedades Nakaja, HM 5-1 y Ubusosera. La variedad Nain de Kyondo dió buen rendimiento en diferentes sitios aunque posiblemente es menos promisoria debido a su tipo de grano blanco pequeño y su maduración tardía. En general, las variedades de habito III, de crecimiento indeterminado presentaron un mayor rendimiento que las variedades menos vigorosas, con hábito de crecimiento I y II aunque algunas variedades se desempeñaron bien en diferentes sitios, hubo una considerable interacción de variedad por localidad. Por ejemplo, Nain de Kiondo fué la de mas alto rendimiento en Mulungu, pero fué la de menor rendimiento en Murongwe. Algunas de las variedades debieron adaptarse bien en un número relativamente

restringido de lugares. A 410 se desempeñó bien solamente en Moso. A 410 rindió de manera consistente bien en otros ensayos de ISABU en el mismo lugar y en el Valle más bajo de Ruzizi (950 msnm). Sinembargo, A 410 no rindió bien en Karama, (1300 msnm), el cual era el lugar de ensayo regional con condiciones económicas más semejantes a Moso.

Las interacciones de variedad por estación fueron significativas en algunos lugares tanto durante 1985 como 1986. Esto es debido probablemente en gran parte a las diferencias estacionales en la presión de enfermedades la cual se ilustra mediante el rendimiento de Ikinyange (A 197), una variedad susceptible a la antracnosis en Rubona. Ikinyange presentó el más alto rendimiento entre todas las variedades durante 1986A cuando se presentó una baja presión de antracnosis. Durante 1986, su rendimiento relativo a las otras variedades se redujo severamente debido a la alta presión de antracnosis.

Table 4. Progenitores nuevos, mejor adaptadas y resistentes a la antracnosis para la Región de los Grandes Lagos (promedio de evaluación en Rubona, 1986).

Variedad	Antracnosis (1-9)*	Rendimiento (g 1-5m^{-2})	BCMV Raíz Negra (1-9)**	Hábito de crecimiento	Color de Semilla	Tamaño de semilla
G 2618	1.0	141.5	1.0	3	crema	Media
P.I. 165.426	1.0	136.5	1.0	1	café	Pequeña
BAT 1275	1.0	134.5	1.0	1	púrpura moteada	Media
G 127227 (AB 136)	1.0	106.0	1.0	4	roja	Pequeña
Cornell 49242	1.0	99.0	1.0	2	negro	Pequeña
G 2333	1.0	97.5	1.0	4	roja	Pequeña
G 3991	1.0	86.5	1.0	4	crema	Pequeña
G 7199	1.0	76.0	8.5	3	negro	Pequeña
A 411 (res)	1.0	132.5	1.0	3	crema	Media
A 336 (res)	1.0	119.0	7.5	3	crema	Pequeña
Rubona 5 (Susc)	6.8	171.5	1.0	1	roja moteada	Grande

* Antracnosis 1 = Sin síntomas 9 = 25% de área de superficie cubierta

** BCMV/Raíz Negra: 1 = Sin síntomas
2 -5 = Mosaico
6 = Lesiones locales
7 = Necrosis sistémica del tallo
8 = Algunas plantas mueren
9 = Muerte del más del 20% de las plantas

Cuadro 5. Número de variedades avanzadas según su calidad culinaria en 1986 A y B.

Estación	Nombre del Ensayo	Programa Nacional	Orígen de Semilla	Número de variedades
1986 A	Ensayos multilocales	ISAR	Rubona	45
1986 A	Ensayo Regional	ISAR	Rubona, Rwerere	19
1986 B		PNL	Rubona	
		ISABU	Rubona, Karama	
1986 A	Ensayos varietales a	ISABU	Agricultores	21
1986 B	nivel de finca	ISAR		
1986 B	Ensayo Comparativo	ISAR	Rubona	41
			Karama	49
			Rwerere	36
			TOTAL =	211

Cuadro 6. Ensayos con variedades avanzadas de fríjol arbustivo, en la Región de los Grandes Lagos, 1986 A.

RUBONA, RWANDA		MULUNGU, ZAIRE		RWERERE, RWANDA	
Variedad (1650 snm)	kg/ha	Variedad (1730 snm)	kg/Ha	Variedad (2100 msnm)	kg/Ha
A 197	2415	Nakaja	1209	Ikinimba	1782
Urubonobono	2314	Nain de Kyondo	1209	Ubususera 6	1581
Kilyumukwe	2300	Urubonobono	925	Mezcla Local	1550
Ubususera 6	2190	Ubususera 6	824	Kirundo	1513
Nain de Kyondo	2150	Ikinimba	807	D 6	1288
Rubona 5	1915	Kirundo	768	Caraota	1207
Mezcla local	1775	A 197	738	Nsizebashonje	1113
Nakaja	1750	Rubona 5	728	Nain de Kyondo	1094
D 6	1740	Muhinga	689	Nakaja	1088
Kirundo	1740	Nsizebashonje 4	608	Kilyumukwe	1069
Caraota	1600	Kilymukwe	518	Muhinga	1038
Muhinga	1590	Local mixture	509	Urubonobono	957
Nsizebashonje 4	1575	Caraota	415	A 197	608
Ikinimba	1415	D 6	425		
NDS.05	536	LSD.05	274	NDS.05	366
Promedio	1690	Promedio	741	Promedio	1246
CV = 19.8%		CV = 25.9 %		CV = 20.5%	

Cuadro 7. Ensayos con variedades avanzadas en la Región de los Grandes Lagos, 1986 B. Promedio del rendimiento en Kg/ha.

Variedad	Orígen	Tipo de Grano	Hábito	Días[2]	Moso[1] 1260M	Karama 1300M	Murongwe 1470M	Rubona 1650M	Mulungu 1730M	Rwerere 2100M	Media
Nakaja	Zaire	2p	IIIa	81	980	1325	540	1095	1788	525	1042
Nain de Kyondo	Zaire	1p	IIIb	86	725	1870	395	740	1425	750	984
Mezcla Local	Local	var	var	79	1080	1145	620	1190	951	725	952
HM 5-1	Burundi	3G	IIIa	75	770	680	825	1050	1138	1240	951
Ubusosera 6	Rwanda	4p	IIIa	83	880	1125	665	745	1250	810	913
+ Kirundo	Burundi	3G	IIIa	76	840	950	905	860	988	900	907
Caraota	Zaire	6p	IIIa	77	915	1115	550	870	950	620	837
+ Urubonobono	Burundi	1/9m	IIIb	78	900	945	495	750	1250	550	815
Kilyumukwe	Rwanda	7G	IIb	75	450	780	775	970	963	790	788
+ Ikinimba	Rwanda	9M	IIIa	76	1420	600	480	560	713	915	781
Nsizebashonge 4	Rwanda	2/4p	IIIa	74	1125	845	460	635	613	765	741
D 6	Zaire	1/6G	I	75	495	915	795	880	638	695	736
Ikinyange (A 197)	Rwanda	2G	I	77	560	990	890	675	700	515	722
Bat 1375	Burundi	6p	IIa	80	585	940	395	510	1350	450	705
PVA 779	Burundi	1/6G	I	78	770	625	675	685	763	705	704
HM 21-7	Burundi	1/6M	I	74	780	830	665	725	650	555	701
Muhinga	Zaire	1/9rM	IIb	72	615	670	720	765	813	595	696
+ Rubona 5	Rwanda	1/6M	I	77	720	620	535	730	963	465	672
A 410	Burundi	4M	IIa	79	1060	315	545	485	650	645	618
Var. L. control	local	var	var	var	545	-	745	-	-	-	-
Promedio					811	864	634	746	928	661	763
NDS.05					404	358	189	250	355	385	

+ Variedades de más alto rendimiento en ensayos regionales de 1985

1 Altitud: metros sobre el nivel del mar

2 Días a madurez en Rubona, Rwanda

Pocas variedades superaron el promedio de las mezclas de los agricultores seleccionadas localmente entre los diferentes sitios, aún cuando en sitios más específicos las variedades rindieron significativmente más que estas mezclas. Esto indica la importancia de la señalización de muchas variedades para zonas ecológicas específicas podrán confirmarse a través de los ensayos varietales a través de finca.

Los materiales de los ensayos regionales se evaluaron por su tiempo de cocción y capacidad de absorción de agua tanto en 1986 A como en 1986 B. Las variedades que no se evaluaron en una u otra estación se tornaron significativamente en su tiempo de cocción que la mezcla local. Sinembargo, se notó que por razones desconocidas, la mezcla local tomó un tiempo de cocción muy largo. Algunas variedades, tales como Nakaja en 1986A y Hm 21-7 en 1986B, se cocinaron significativamente en forma más rápida que la mezcla local (Tabla 8). Aún cuando Urubonobono e Ikinimba no tomaron un tiempo significativamente más largo para la cocción que la mezcla local en la evaluación del ensayo regional, estas dos variedades absorbieron significativamente menos agua que la mezcla local. Esto podría indicar una tendencia hacia semilla dura. Se ha observado en otros análisis de laboratorio y en evaluaciones de agricultores que estas dos variedades tienen tiempos largos de cocción.

Tabla 8. Variedades en los ensayos regionales las cuales se cocinaron significativamente mas rapido que la mezcla local en 1986 A y 1986B

1986 A*			1986 B**		
Nombre de la variedad	Tiempo de cocción (minutos)		Nombre de la variedad	Tiempo de cocción (minutos)	
Mezcla local	60.83	abc	Mezcla local	44.00	abcd
Kilyumukwe	49.17	de	Hm 21-7	26.33	e
Caraota	48.50	de	Nsizebashonje	26.33	e
Nakaja	48.17	de			
D 6	47.50	de			
Muhinga	44.50	e			
A 197	43.67	e			
NDS .05 = 11.23			NDS .05 = 13.88		

* = Muestras procedentes de Rubona y Rwerere. Interacción ambiental no significativa.

** = Muestras procedentes de Karama. Las variedades no fueron diferentes significativamente a la mezcla local en Rwbona en 1986 B.

Mezclas varietales mejoradas en CIAT para Africa

Las mezclas varietales se utilizan ampliamente en la región de los Grandes Lagos y en algunas partes de Africa del Sur. Un projecto colaborativo entre la Universidad de Munchen y el CIAT, con fondos donados por GTZ, investigó la importancia de las mezclas en términos de las ganancias del rendimiento debidas a los factores fisiológicos y al control de enfermedades, en el CIAT. El objetivo fué obtener información para desarrollar una estrategia en el mejoramiento de las mezclas varietales. Estas suministran la posibilidad de obtener poblaciones con resistencia múltiple a enfermedades mediante los componentes resistentes a los diferentes patógenos, o a las diferentes razas del mismo patógeno. Ellas también ofrecen la posibilidad de mejoramiento de las razas de campo locales (mezclas) mediante la adición, a la mezcla de los agricultores, de uno o mas nuevos componentes resistentes a la enfermedad.

Se realizaron cuatro ensayos en el CIAT con nueve genotipos, los cuales se mezclaron en combinaciones de tres, seis y nueve: tres combinaciones de tres genotipos, tres combinaciones de seis geotipos, y una mezcla de todos los nueve genotipos. Los ensayos se inocularon con roya 15 días después de la emergencia. Las parcelas fueron de 6 surcos de 6 metros de largo con 60 cmts. de espacio entre surcos. Entre las parcelas se sembró caupí para reducir el intercambio de esporas.

En promedio, el mayor beneficio de las mezclas fué obtenido mediante la utilización de igual proporción de genotipos con hábito de crecimiento II, BAT 1297 (susceptible a la roya), XAN 43 (resistente a la roya y PAI 49 (con resistencia intermedia). Esto dió un incremento del rendimiento del 10.2%, en 4 ensayos, sobre el rendimiento esperado con base en los cultivos solos de los genotipos individuales. El promedio de ganancia del rendimiento para todas las mezclas fué de 5.1%, aunque no se obtuvo beneficio donde no hubo variación por resistencia la roya. Se encontró que los defectos de las mezclas eran aditivos: el efecto de 6 o nueve componentes puede predecirse con base en las mezclas de 3 componentes.

Los genotipos que obtuvieron un mayor beneficio al sembrarse en mezclas fueron BAT 1297 y PVMX 1531, y esto se debió en gran parte al menor efecto de la roya en las mezclas con los genotipos resistentes. En cultivo solo, la reducción del rendimiento debido a la roya fué de 54% en BAT 1297, 31% en PVMX 1531, y 21% en XAN 33. La ganancia promedio de rendimiento de BAT 1297 sobre todas las mezclas fué de 100% en el ensayo con inoculación de roya, en tanto que su ganancia de rendimiento en el ensayo con protección fué de 41% (Tabla 9). En otras palabras, este genotipo obtuvo ganancias de rendimiento en mezclas debido a la protección de la roya, como también a otros factores. En este caso, el cultivar susceptible podría tender a incrementar proporcionalmente de una generación a otra, hasta que el nivel de resistencia cambie de modo tal que la presión de selección favorezca nuevamente los cultivares resistentes. Esto podría ocurrir en un cultivar susceptible de algún agricultor si se introdujera un cultivar nuevo resistente a la enfermedad dentro de la mezcla, e

indica que una gran y posiblemente sustancial ganancia de rendimiento pueda obtenerse mediante la adopción de esta estrategia para el mejoramiento varietal en algunas partes de Africa.

Los otros factores que son particularmente importantes en la determinación de la capacidad competitiva de los genotipos fueron subíndice de área foliar en la floración, y su tendencia al volcamiento. Las líneas con un bajo índice de área foliar (ICA 15438 y PAI 49) sufrieron una mayor competencia debido al sombrío procedente de los genotipos vecinos. Además, genotipos que mostraron tendencia al volcamiento (especialmente BAT 1297 y PVMX 1531), se beneficiaron al sembrarse con genotipos erectos los cuales les suministraron soporte. Las mezclas que contenían semillas de diferente peso presentaron tendencia a perder su composición original rápidamente, los tipos de semilla grande se eliminaron. Esto es aconsejable, por lo tanto, trabajar con genotipos que tengan pesos de semilla semejantes.

Tabla 9. Valores del coeficiente de la mezcla para los genotipos individuales sembrados juntos en igual proporción según el número de semillas, donde el coeficiente de la mezcla se define como: Rendimiento de la planta individual en mezcla/rendimiento de la planta individual en cultivo puro.

a. Protegido con fungicida

Mezcla de Genotipos	1	2	3	12	13	23	123	Media
ICA 15438	0.89	-	-	0.68	0.72	-	0.71	0.75
ICA L-23	1.13	-	-	1.14	0.99	-	0.97	1.06
BAT 1769	0.99	-	-	0.87	0.84	-	0.87	0.89
BAT 1297	-	1.37	-	1.44	-	1.52	1.37	1.42
XAN 43	-	1.07	-	1.21	-	0.99	1.23	1.13
PAI 49	-	1.71	-	0.75	-	0.61	0.66	0.68
PVMX 1531	-	-	1.32	-	1.45	1.40	1.17	1.33
XAN 33	-	-	1.05	-	1.03	0.94	1.16	1.05
G 12491	-	-	0.68	-	0.69	0.69	0.85	0.73

b. Inoculado con roya

Mezcla de Genotipos	1	2	3	12	13	23	123	Media
ICA 15438	0.81	-	-	0.72	0.69	-	0.73	0.78
ICA L-23	1.01	-	-	1.04	1.00	-	0.96	1.00
BAT 1769	1.00	-	-	1.08	1.18	-	0.89	1.04
BAT 1297	-	1.83	-	2.22	-	1.91	2.10	2.01
XAN 43	-	1.09	-	1.01	-	1.12	1.09	1.07
PAI 49	-	0.75	-	0.73	-	0.74	0.94	0.79
PVMX 1531	-	-	1.36	-	1.31	1.50	1.20	1.34
XAN 33	-	-	0.93	-	1.10	1.11	1.28	1.10
G 12491	-	-	0.86	-	0.87	0.81	0.81	0.84

Investigación a nivel de Finca

Los objetivos generales para la investigación a nivel de finca en 1986 fueron:

1. Realizar ensayos exploratorios y ensayos varietales para orientar la investigación y evaluar nuevas tecnologías y variedades promisorias.
2. Pruebas y evaluaciones de metodologías para el examen de variedades a nivel de finca y los ensayos exploratorios de diagnóstico;
3. Institucionalizar los enlaces entre los servicios de extensión y en la evaluación agronómica y sociológica de los ensayos varietales a nivel de finca.

Utilizando Rwanda como un caso de estudio, se evaluó la distribución de los recursos para la investigación a nivel de finca entre los programas nacionales, los proyectos agrícolas y los servicios de investigación, y se realizaron los contactos iniciales con los servicios de extensión en Burundi y Zaire. En Ruanda se instalaron más de 200 ensayos de investigación a nivel de finca (OFP durante el año). Se instalaron aproximadamente 60 OFT en el sur y en el Norte de Kivu por los programas nacionales de Zaire. En Burundi, se establecieron 30 OFTs por el programa nacional en 6 regiones durante la segunda estación.

La cooperación interdisciplinaria es un aspecto importante de la investigación a nivel de finca. Se instalaron ensayos exploratorios de diagnóstico en Ruanda con Agrónomos y Fitopatólogos para asegurar la diagnosis interdisciplinaria. La evaluación de las variedades en finca se hizo directamente con un nutricionista y un especialista de sistema de cultivos, y la observación de las enfermedades se realizó con la asistencia de patólogos.

Ensayos varietales a Nivel de Finca

El objetivo principal de los ensayos con variedades a nivel de finca es evaluar el desempeño de las variedades promisorias en las condiciones de los agricultores. Las características varietales se evalúan tanto por el investigador, como por el agricultor. En Ruanda, los ensayos varietales a nivel de finca demostraron ser tanto una herramienta efectiva de diagnóstico como un buen instrumento para iniciar la colaboración con los servicios de extensión.

Ruanda. Todos los ensayos de variedades se instalaron de acuerdo con las prácticas de manejo de los agricultores. La tabla 10 contiene un resumen de los resultados de los ensayos de variedades durante 1986. Actualmente los fríjoles arbustivos que se evalúan a nivel de finca ofrecen un impacto sobre la producción de fríjol solamente en las regiones de baja altitud, al este del país, incluyendo las regiones de Mugusa, Muhazi y Sake. Las variedades más promisorias fueron Kilyumkwe, Rubona 5 e Ikinimba.

Para evaluar las variedades se hicieron encuestas a los agricultores en cuatro de las diez comunidades donde se instalaron los

ensayos. Los resultados de las evaluaciones de 37 agricultores según las características agronómicas y culinarias, se presentan en la tabla 11. Los agricultores evaluaron todas las variedades según 19 características culinarias y agronómicas, mediante el empleo de una escala hedónica o de deleite de 1 a 5. Para cada variedad se calculó también un puntaje global. El cálculo de los puntajes globales trata a todas las características como si ellas fueran de igual importancia. Puesto que este no es el caso más deseable, se está desarrollando actualmente un sistema de pesaje para el análisis de datos futuros.

Los resultados de la evaluación de los agricultores corresponden en general con los datos del rendimiento en estas cuatro comunidades. Las tres variedades de mayor preferencia por los agricultores fueron las variedades de mayor rendimiento: Kilymukwe, una mezcla de fríjol voluble y Rubona 5. Excepciones a esta tendencia son Ikinimba, una variedad de semilla negra, e Ikinyange, una variedad liberada en 1986 por el ISAR. En la tabla 11 se presentan las características por las cuáles presentaron sus más bajas evaluaciones por parte de los agricultores.

La tabla 12 muestra que cada uno de los 45 agricultores, los cuáles tenían ensayos a nivel de finca en las áreas de Nyabisindu y Ruhasya, en Rwanda, continúan aún cultivando Kilyumukwe dos a seis estaciones después. De estos 45, treinta y dos han trabajado con la variedad por lo menos desde cinco estaciones atrás. Además, el grado y la cantidad de difusión de Kilyumkwe fué el doble de Rubona 5, la variedad que se conservó más próxima. La tabla 12 también muestra una tasa mayor a la esperada en la siembra contínua de la variedad Ikinimba, la cuál obtuvo un puntaje general relativamente bajo en las evaluaciones de los ensayos con los agricultores. Esto se debe posiblemente a su productividad relativamente alta en suelos pobres. Ikinimba se sembró en un grado mucho mayor que las otras variedades en los suelos poco fértiles.

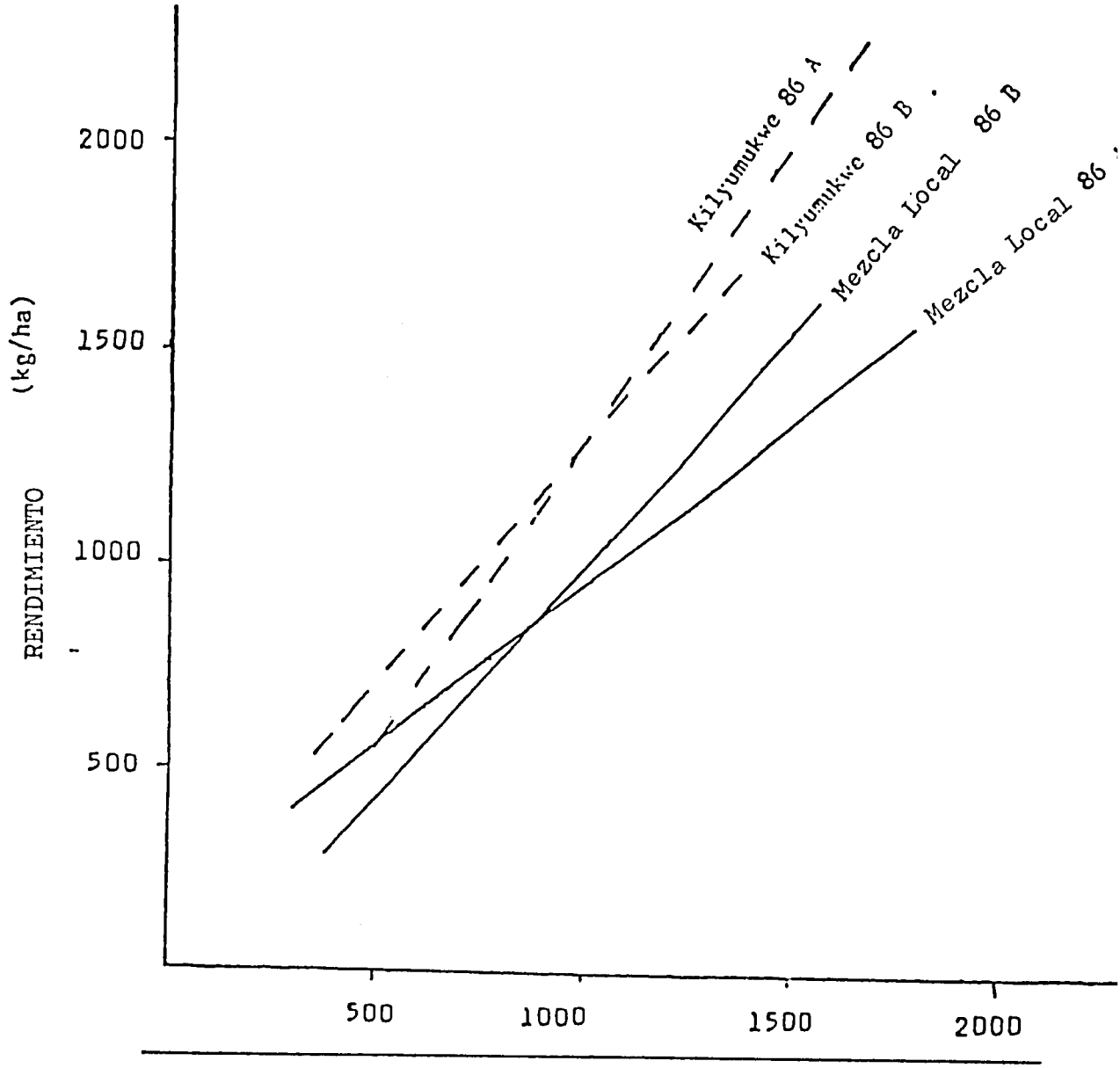
El desempeño de la variedad local Kilymukwe en la región de Muhazi (en el oeste de Plateau) merece una especial atención debido a su desempeño sobresaliente en el rendimiento sobre las dos estaciones. Kilyumukwe se recolectó del Norte de Rwanda y tiene un tipo de grano púrpura, grande. En 1986, ella superó el rendimiento de la mezcla local entre 34% y 46%, respectivamente. Un análisis de la estabilidad del rendimiento con Kilyumukwe en comparación con el rendimiento promedio de todas las variedades en los ensayos y la mezcla local indican que Kilyumukwe supera el desempeño del control aún bajo condiciones adversas (Figura 1). Sinembargo, en 1986A se encontró una interacción variedad por ambiente, lo que indica que Kilyumkwe tiene una mayor ventaja del rendimiento bajo condiciones agronómicamente favorables que bajo condiciones difíciles.

Los agricultores en Muhazi prefirieron continuar la siembra de Kilyumukwe en forma más significativa que todas las otras variedades incluyendo la mezcla local (Tabla 13). Kilyumukwe también fué preferida en forma más significativa que la mezcla local por su tipo de planta, número de vainas, tolerancia a suelos pobres, tamaño y color del grano. Entre los 14 agricultores que tuvieron ensayos de la

variedad a nivel de finca en la comunidad de Muhazi durante las estaciones de 1986 A y 1986 B, el 79% (11 agricultores) continuaron la siembra de Kilyumukwe durante la estación de septiembre de 1986. Dos de los 14 agricultores han dado Kilyumukwe a sus vecinos o a su familia e intercambio por otra semilla o como un regalo. Si se tiene en cuenta el rendimiento superior de Kilyumukwe en la comunidad de Muhazi, la importancia del rendimiento para los agricultores en esta región; y la alta aceptabilidad del agricultor de Kilyumukwe, se puede concluír que la difusión de la variedad en la comunidad de Muhazi incrementará en forma efectiva la producción de fríjol.

La estrategia del fortalecimiento de los servicios de extensión para participar en los ensayos varietales a nivel de finca y otras investigaciones a nivel de finca en cooperación con los programas nacionales ha tenido éxito en la identificación de las áreas de impacto y el establecimiento de conexiones entre extensionistas e investigadores debido a los estrechos lazos entre extensión e investigación en la planificación y la ejecución de los OFTs, Kilyumukwe estará a la venta en los centros de distribución de semilla en la región establecida en abril de 1987. Las parcelas de demostración ya se han establecido y se están recolectando datos para la base en línea en los futuros estudios de adopción.

Figura 1. Análisis de estabilidad del rendimiento para Kilymu Kwe y la mezcla local en: Muhazi (Rwanda) 1986 A/B.



Gráfica	Variedad	Intersección (a)	Estación (b)	Correlación	
-	Local Mezcla	158.02	0.79	0.70	86A
	Local Mezcla	-164.34	1.15	0.93	86B
-	Kilyumukwe	-174.57	1.48	0.89	86A
	Kilyumukwe	111.12	1.17	0.98	86B

Rendimiento = a + b

\+ e = Promedio de todas las variedades evaluadas en el ensayo
* e = índice ambiental (Kg/ha)

Tabla 10. Datos de rendimiento de ensayos a nivel de finca manejados por los agricultores en Rwanda, 86 A/B (Kg/ha).

Zona Agro-ecologica	CRETE		MESETA CENTRAL+			ESTRIBACION			L. KIVU	MAHAGA		PL. D'EST		BUGESERA	
Comunidades / Variedad	MWENDO		TARE	RUSHASHY	MUSASA	NYABISINDU		RUHASHYA	MABANZA	MUGUSA		MUHAZI		SAKE	
	86A	86B	86B	86B	86B	86A	86B	86A	86B	86A	86B	86A	86B	86A	86B
Tipo I, II, III a															
Rubona 5	1208	184	473	446	558	2038	1035	1670	951	1849*	884	673	669	1645	649*
Kilyumukwe	358	318	477	402	790	2460	945	1830*	1052	2000*	876	1080*	910*	1540	631*
A 197 (Ikinyange)	–	–	–	–	–	2137	706	1600	–	1445	907	688	–	1564	–
Ikinimba	700	473	556	791	799	1820	1167	1764	1347	1849*	929	1074*	731	1712*	631*
Nsizebashonje	–	–	331	488	590	–	–	–	–	1897*	727	822	451	1441	464
Inyumba	–	228	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Kirundo	1344	211	534	551	786	–	–	–	1089	–	–	–	779	–	524
Umutikili	–	–	–	–	–	–	–	1419	–	–	–	–	–	–	–
Tostado	–	299	–	–	–	–	–	–	1274	–	–	–	–	–	–
Ulusosera	–	–	–	–	626	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Melange ISAR	–	434	468	505	485	–	834	–	1313	1661	827	–	662	–	524
Mezcla local	1208	356	–	–	–	2139	1003	1603	1593	1393	847	805	622	1355	428
Tipo IV															
G 2333	–	–	728	683	1664	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Cajamarca	–	–	12–	–	1206	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
G 2371	501	–	501	894	821	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Mezcla de fríjol voluble	1094	–	–	–	–	2587	1061	1411	–	1481	984	–	–	2047	–
No. de ensayos	14	7	9	8	10	9	8	36	10	13	13	12	7	14	7
Altitud (m.s.n.m)	2100	2100	1800–2100	1700–2000	1500–1800	1700	1700	1700	1600	1500	1500	1400–1500	1400–1500	1300–1400	1300–1400

+ no se examinó la mezcla local

* At p = 0,05 significativamente superior para la mezcla local con p = 0.05

Tabla 11. Evaluación de las variedades en los ensayos a nivel de finca, por 37 agricultores, según sus características agronómicas y culinarias en las comunidades de Muhazi, Ruhasya, Nyabisindu and Mugusa, Rwanda, durante 1986 B.

	Puntaje*						Características varietales específicas			
Nombre Varietal	Global**	Tiempo cocción	Caldo	Sabor	Tamaño Grano	Color Grano	Calidad Grano		Puntaje		Puntaje
Kilyumukwe	58	100	100	66	100	100	100	Tipo de planta	100	Tamaño de vaina	75
Mezcla de frijol voluble	24	100	66	66	-	-	66	No. de vainas	66	Días a madurez	-100
Rubona 5	13	-	-	-	66	66	-				
Ikinyange	-2	100	66	-	66	-	-	Absorción de agua	-66		
Mezcla de ISAR	-10										
Ikinimba	-23	-100	-100	-100	100	-	-66	Tolerancia a lluvia	-66	Preferencia para comer	-100

* Calculado según la siguiente fórmula: $\frac{A\ (1) + B\ (-1)}{\text{No. de evaluaciones}} \times 100$ Donde A = No. de veces en que la variedad se evalúa significativamente mejor que la mezcla local.

B = No. de veces que una variedad se evaluó inferior a la mezcla local significativamente.

Sólo se presentan puntajes entre 66 o -66. Puntaje máximo = 100. Puntaje mínimo = -100. La mezcla local tiene puntaje de 0.

** Con base en los resultados de todas las 19 características evaluadas.

Tabla 12. Seguimiento de los ensayos de adaptación varietal a nivel de finca[a] Meseta Central y Estrabación Granítica, Ruanda 1986.

Variedad	Porcentaje de agricultor que continúa cultivando la variedad	Difusión varietal		Siembra Pura (P) Mezcla (M)	Condiciones de cultivo*		
		No. de receptores	Cantidad total difundida		Fert.	Infert.	Banana
Kilyumukwe	100%	51	453 Kg	P = 52% M = 48%	68%	4%	28%
Rubona 5	70%	24	270 Kg	P = 52%	48%	17%	35%
Ikinimba	67%	24	156 Kg	P = 40% M = 60%	45%	45%	10%
Kirundo	65%	16%	50 Kg	P = 34% M = 66%	72%	0	28%
A 197	22%	0	-	-	-	-	-
Mezcla de volubles	27%	5	-	-	-	-	-

* Tamaño de la muestra = 45 agricultores

a Después de tener el ensayo varietal dos a seis estaciones
32 de los 45 agricultores tienen el ensayo desde hace 5 o 6 estaciones.

Tabla 13. Evaluación de la variedad Kilymkwe en comparación con las otras variedades y la mezcla local 14 agricultores en Muhazi, Kibungo, Rwanda, 1986 A y 1986 B.

Nombre varietal	Tipo de planta (1-5)[1]	Número de vainas (1-5)[1]	Tolerancia a suelos pobres (1-5)[1]	Tamaño Grano (1-5)[1]	Color de Grano (1-5)[1]	Preferencia para continuar siembra (1-5)[1]
Kilyumukwe	1.31 a	1.54 a	2.36 a	1.00 a	1.00 a	1.13 a
Ikinimba	2.38 b	2.08 ab	2.36 a	2.14 b	3.71 c	2.59 b
Mezcla local	2.50 b	2.67 b	3.20 b	3.17 c	2.83 b	2.38 b
Nsizebashonje	3.54 c	3.69 c	3.70 b	3.14 c	2.71 b	3.43 c

1 = Escala hedónica 1 = Sobresaliente siempre
2 = Mejor que la mezcla local
3 = Igual a la mezcla local
4 = Peor que la mezcla local
5 = Siempre inferior

Tabla 14. Rendimiento de las variedades ISABU evaluadas a nivel de finca en seis regiones de Burundi, Estación de siembra 1986 B. Promedio de rendimiento en Kg/ha.

		Región Natural					
Variedades	Origen	Kisozi	Ijenda	Kirimiro	Mparambo	Buyenzi	Moso
H. 75	Cruce Local	603	864*	1105		2030	
HM 5 - 1	Cruce Local	710	682*	1150			
D. d. Kirundo	Burundi	663	575			2120*	688
Urubonobono	Burundi	358	338	388			
HM 5 - 5	Cruce Local			1290			
HM 21 - 7	Cruce Local			629		1890	
A 410	CIAT				1325*		853*
PVA 779	CIAT				895		572
BAT 1375	CIAT				1093*		375
Aroana	Brazil				1164*		
Karama 1/2	Uganda				896		
Calima	Colombia						483
PVA 1186	CIAT					2950*	
BAT 1386	CIAT					430	
Local Check[1)]		832	328	1398	829	1162	610

1) Variedad o mezcla del agricultor

* Variedad significativamente mejor que el testigo local (P = 0.05).

Burundi. En 1986 B, se instalaron cinco ensayos varietales a nivel de finca, en cada una de las seis regiones diferentes de Burundi. Los datos del rendimiento de estos ensayos se presentan en la tabla 14. Aunque solamente se dispone de los datos de una sola estación, se presentaron como bastante promisorias dos variedades: A4410 en el área de Moso (baja altitud, este de Burundi), y PVA 1186 en Buyenzi (altitud media, norte de Burundi).

En el segundo semestre de 1986, los agricultores iniciaron en Burundi las evaluaciones de los materiales en los ensayos de variedades a nivel de finca (tabla 15). Debido a que cada uno de los ensayos por regiones contenía un grupo diferente de variedades, las comparaciones de las evaluaciones deben ser interpretadas con cautela.

Tabla 15. Sitios y número de agricultores que evaluaron los materiales en los ensayos de variedades a nivel de finca en 1986 B en Burundi.

Lugar	Número de agricultores	Variedad de mayor preferencia	Características apreciadas
Kisozi	5	Doré de Kirundo	Rendimiento, color, madurez
Ijenda	5	Doré de Kirundo	Rendimiento, color, madurez
Mparambo	5	Bat 1375	Rendimiento
Kirimiro	5	HM5-5	Rendimiento, calidad de semilla, rápido tiempo de cocción
Moso	5	A 410	Rendimiento, madurez, sabor

En Ijenda las variedades utilizadas por los agricultores para siembra continua son en orden de preferencia: Doré de Kirundo, H 75, y HM 5-1. Es interesante anotar que los agricultores prefieren continuar con la siembra de Doré de Kirundo aún cuando H 75 y HM 5-1 sobrepasaron el rendimiento del testigo local en forma significativa. Los agricultores reconocen el alto rendimiento de H 75, pero no les gusta su maduración tardía.

Urubonobono, la variedad seleccionada por IDSABU para la difusión en altas altitudes, dió un menor rendimiento que el testigo local debido a la susceptibilidad de la mancha de Ascochyta, a la antracnosis y a la ALS. También tuvo una baja aceptabilidad debido a su largo período de cocción y a su maduración tardía.

De las tres variedades de más alto rendimiento introducidas por CIAT en Mparambo, A 410, BAT 1375 y Aroana, la de más preferencia por los agricultores fué BAT 1375 tanto para consumirla como para continuar su siembra. Es interesante anotar que los agricultores ubicaron la variedad A 410 en tercer lugar de preferencia para siembra continua debido a su largo tiempo de cocción. En las evaluaciones de Moso la variedad A 410 no presentó un largo tiempo de cocción en las

pruebas de laboratorio. Sinembargo, A 410 sería reevaluada por los agricultores debido a que comienza nuevamente en el programa de selección varietal. En Moso, la variedad A 410 no solamente sobrepasó en forma significativa el rendimiento del testigo local, sino que también se le adjudicaron altas tasas por los agricultores debido a sus características agronómicas y culinarias.

Encuestas de Diagnóstico para fríjol

En diferentes regiones de todos los países de la Región de los Grandes Lagos se realizaron encuestas de diagnóstico para identificar los limitantes de la producción de los agricultores; sus prácticas culturales, sus preferencias varietales, y las prácticas de consumo del fríjol durante 1986 (tabla 16). Se dispone de datos de las dos estaciones solamente en Kivu del Sur, en Zaire y Kibungo, en Ruanda. Los datos de las encuestas de diagnóstico de Burundi aún no tienen un tamaño adecuado de la muestra. El PNL-de Zaire empezó a enfatizar el diagnóstico y la investigación a nivel de finca en 1986.

Tabla 16. Número de encuestas de diagnóstico para fríjol realizadas en la Región de los Grandes Lagos durante 1986.

	Estación		
	1986 A	1986 B	1986 C
Zaire			
Kivu del sur	125	137	
Burundi			
Mugamba	12	0	
Moso	11	0	
Kirimiro	13	0	
Mumirwa	43	0[1]	
Rwanda			
Kibungo	117	119	
Gisenyi	15	0	120
Butare	0	0	117

1 = Los entrevistadores se retiraron por adiestramiento.

Ensayos exploratorios

Los ensayos de exploración a nivel de finca miden en forma cuantitativa la información acerca de los principales limitantes agronómicos de la producción y, suministran en forma conjunta, con las encuestas de diagnóstico informal y formal, una base a partir de la cual se establecen las prioridades de investigación a nivel de finca y a nivel de estación. Estos ensayos suministran información a la base de datos en línea acerca del rendimiento del fríjol y el potencial del fríjol en varias zonas agroecológicas. Ellos también identifican los incrementos potenciales de la producción a través de la eliminación de los limitantes de la producción.

En 1985 y 1986 se instaló un total de 50 ensayos exploratorios en varias regiones agroecológicas en Ruanda, en colaboración con diferentes proyectos agrícolas y de desarrollo. En Burundi, en 1986, se establecieron 33 ensayos exploratorios orientados hacia enfermedades en seis zonas agroecológicas.

En Ruanda, se utilizaron dos diseños de ensayos diferentes. En 1985, se utilizó un diseño de ensayo positivo, pero en 1986 se cambió a un diseño negativo debido a la subestimación de los efectos de fertilidad del suelo. El diseño de ensayo positivo subestima los efectos de fertilidad del suelo debido a la interacción entre fertilidad del suelo/enfermedad (véase el informe Anual del CIAT de 1985). En el diseño negativo, se eliminó la aplicación de cal agrícola, como un factor, con el fin de mantener el tamaño de los ensayos. Los factores evaluados incluyeron las enfermedades causadas por hongos y bacterias, plagas entomológicas y fertilidad del suelo. El personal del programa de investigación y de los servicios de extensión participó en la selección de los sitios, la instalación y la evaluación.

En 1986, se obtuvieron diferencias de 150 a 300% entre el potencial del rendimiento y el actual rendimiento de los agricultores (tabla 17). La mayoría de las diferencias se pueden explicar por el aumento de la fertilidad del suelo y el control de las enfermedades. En los ensayos con diseño negativo, tanto la fertilidad del suelo como las enfermedades fueron los principales limitantes. Debido a la interacción descrita el diseño positivo que se utilizó posteriormente detectó sólo a las enfermedades como el principal factor limitante. En 1986, la fertilidad del suelo fué el principal factor que limitó severamente, en cinco de las seis localidades (tabla 17). Las plagas solo fueron importantes en tres regiones: La Bugesera; en la costa del lago Kivu; y en la cima de Zaire-Nile.

Tabla 17. Aumentos en el rendimiento obtenidos a través del control de enfermedades y plagas y la optimización de la fertilidad con el uso de diseños positivos y negativos en los ensayos exploratorios a nivel de finca en Rwanda.

				AUMENTO DEL RENDIMIENTO EN RELACION CON EL CONTROL DEL AGRICULTOR						
REGION control del NATURAL	Altitud (metros)	Estación	Diseño Ensayo	Control de Enfermedad (kg/ha)	Control de Plagas (kg/ha)	Aumento de fertil.de suelo (kg/ha)	Reducción de Acidez (kg/ha)	Control Agricultor (kg/ha)	% Sobre el Tratamiento combinado	% Sobre el agricultor
Zaire-Nile Crest	2100	85 b	Positivo[1]	556	623	489	334	444	–	
		86 a,b	Negativo[2]	381*a	150	605* a,b	–	1008	1508* a b	150
Buberuka Highlands		85 b	Positivo[1]	556*b	-200	-156	-67	1500	–	
		86 a,b	Negativo[2]	401*a	18	588* a	–	825	1884* a,b	228
Meseta Central y Estribación Granítica	1700	85 a,b	Positivo[1]	640*a,b,b	190*,b	250	98	981	–	–
		86 b	Positivo[1]							
		86 b	Negativo[2]	719* b	95	906* b	–	987	2935* b	297
Meseta Central	1900	86 b	Negativo[2]	46	9	242* b	–	375	675* b	180
	1800	86 b	Negativo[1]	550	150	567* b	–	833	1867* b	224
Mayaga	1400	85 b	Positivo[1]	493	166	240	193	267	–	
		86 a,b	Negativo[2]	299* b	104	399* b	–	1051	2056* a,b	196
Lake Kivu Shore	1450	86 b	Negativo[2]	967* b	434	667	–	1133	2900* b	256
Bugesera	1200	85 a	Positivo[1]	-9	297	8	-84	628	–	
Promedio		85	Positivo[1]	447 (59%)	233 (31%)	166 (22%)	112 (15%)	764	–	
		86	Negativo[2]	497 (52%)	158 (17%)	566 (60%)	–	–	949 1995	(210%)

* a = En la estación A diferente significativamente del control o testigo del agricultor

* b = En la estación B difiere significativamente (P = 0.05) del testigo del agricultor

1 = Factor Y – Tratamiento combinado = aumento de rendimiento

2 = Tratamiento combinado Y = aumento del rendimiento

En la Meseta Central (Central Plateau) se realizó una comparación entre el diseño positivo y el negativo. Esto mantuvo la hipótesis de que el efecto de la fertilización interactúa fuertemente con la presión de enfermedades (tabla 18). El diseño de ensayo positivo tendió a subestimar la severidad de la fertilidad como un factor limitante. El tipo y la magnitud de esta interacción varía de acuerdo con los diferentes niveles de fertilidad y presión de enfermedades. La interacción fué mayor, y la mayoría de las veces, positiva en localidades con baja fertilidad del suelo y alta presión de enfermedades. Estos resultados indican que la modificación de la fertilidad como un solo factor limitante puede a menudo no dar los resultados esperados en los incrementos del rendimiento a menos que las enfermedades se controlen simultáneamente.

Tabla 18. Comparación directa entre los diseños de ensayos positivo y negativ en 1986 B sobre la Estribación Granítica en Ruanda.

	Ventajas del rendimiento relativas al control del agricultor							
Diseño Ensayo	Enfermedades kg/ha	%	Plagas kg/ha	%	Fertilidad kg/ha	%	Control del agricultor kg/ha	Tratamien Combinado kg/ha
Negativo	1399*	(140)	169	(17)	1591*	(159)	1000	3497
Positivo	677*	(107)	151	(24)	308	(49)	633	---

Las enfermedades causaron un promedio de pérdida del rendimiento entre 52 y 59% en Ruanda, y entre 29 y 35% en Burundi. En los ensayos exploratorios de Ruanda, se evaluó la severidad de cada enfermedad (tabla 19). En Burundi (ISABU Inf. An. 1986 p. 128-146) se realizó un estudio similar. Las principales enfermedades prevalentes en ambos países fueron la mancha foliar angular (Phaeoisariopsis griseola), antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum) y Ascochyta (Ascochyta phaseolorum o Phoma exiqua pv. diversispora). La mancha harinosa de la hoja (Mycovellosiella phaseoli) estuvo presente desde las altitudes medianas hasta las más bajas. Se observaron también pérdidas consistentes en la planta debido a las pudriciones radicales, particularmente en las regiones de altitudes elevadas de Ruanda. No se encontró variabilidad significativa en la severidad de la enfermedad a lo largo de las estaciones de cultivo para cualquiera de las enfermedades excepto para la mancha de Ascochyta. Enfermedades tales como roya (Uromyces appendiculatus), virus del mosaico común (BCMV), y añublo bacteriano común (Xanthomonas campestris pv. Phaseoli), y añublo de halo (Pseudomonas syringase pv. phaseolicola) se presentan en forma más localizada y son de importancia secundaria.

En la tabla 20 se presentan las áreas objetivo en Burundi y Ruanda para el control de enfermedades específicas. El control de la enfermedad se puede obtener a través de la utilización de variedades resistentes, métodos de control cultural o tratamientos a la semilla. En Zaire, se inició una investigación exploratoria similar. En los

ensayos exploratorios el factor que se evaluó como menos limitante fué el daño debido a las plagas. Se observó un incremento promedio de 31% en el rendimiento cuando se utilizó el diseño positivo. Este incremento se atribuyó principalmente al control de la mosca del fríjol (Ophiomya spencerella) en la mayoría de las localidades (tabla 21).

Se observaron muchas más plagas (tabla 21), pero generalmente con poblaciones bajas. En Ruanda, la mosca del fríjol se presentó tanto en altitudes bajas como elevadas. Este se considera como el único insecto que justifica una alta prioridad en el gasto, especialmente en suelos pobres. Su presencia fué significativamente más severa ($p = 0.05$) en la segunda estación que en la primera (tabla 22). Parece que la población empieza a crecer después de la larga estación seca, y continúa su incremento a través de la primera estación. Durante la prolongada estación seca, los pantanos pueden servir como reservorios de la población de la mosca del fríjol. El control de esta plaga del fríjol en los pantanos durante la estación seca puede reducir las poblaciones a niveles despreciables durante la estación principal de cultivo.

Los áfidos, principalmente Aphis fabae. Fueron significativamente ($p = 0.05$) más importantes en la primera estación, aunque sus niveles fueron generalmente bajos en Ruanda (tabla 21, 22). Esto también puede explicar los niveles generalmente bajos de BCMV en los campos de los agricultores. Por lo tanto, contrario a la opinión general, estos estudios indican que los áfidos no justifican mucho gasto de investigación. Aunque ellos a veces predominan en plantas aisladas en las mezclas de los agricultores, rara vez se ven campos enteros altamente infestados.

Tabla 19. Prevalencia relativa promedio de enfermedades en diferentes regiones de Rwanda evaluadas en los ensayos exploratorios 1985, 1986.

Region Natural	Altitud Promedia	% AS*	Asco % AS	Ant. % AS	ALS % AS	Roya % AS	Ram. (1-9)+	BCMV % AS	CBB (1-9)+	Pudriciones Halo % AS
1. Buberuka	2100 m	9.87 a	3.5 bc	8.0 bc	0.6 b	1.2 de	1.1 e	0.9 bc	4.2 b	0.2 a
2. Zaire-Nile Crest	2000 m	6.58 ab	6.5 ab	17.7 a	0.6 b	3.6 bc	2.5 ab	1.7 b	6.3 a	0.0 b
3. Zaire-Nile Crest	2100 m	7.95 ab	10.2 a	11.3 b	0.2 b	0.2 e	1.3 de	0.8 bc	4.5 b	0.0 b
4. Mayaga	1450 m	0.96 c	0.4 c	10.3 b	0.6 b	4.7 b	2.4 abc	3.9 a	1.3 c	0.0 b
5. Granitic Spur	1700 m	6.81 ab	4.6 b	9.4 bc	1.1 b	2.8 bcd	2.1 bcd	0.6 bc	2.0 c	0.0 b
6. Meseta Central	1900 m	10.53 a	2.9 bc	7.1 bc	0.5 b	14.3 a	1.5 cdc	0.7 bc	0.0 d	0.0 b
7. Meseta Central	1700 m	0.49 c	10.0 a	5.7 c	0.4 b	1.6 cde	2.1 bcd	0.2 c	1.0 cd	0.0 b
8. Bugesera	1200 m	3.19 bc	2.7 b	10.5 bc	5.3 a	3.5 bc	3.0 a	3.4 a	3.4 b[r]	0.0 b

Valores en columna con la misma letra no son significativamente diferentes (P = 0.05)

* AS = Area de superficie infectada

\+ = 1 = sin síntomas, 5 = moderado, 7 = severo, 9 = mueren el 50% de las plantas

r = Macrophomina phaseolina

Tabla 20. Identificación de las áreas objetivo para el control de enfermedades en Burundi, con base en la investigación exploratoria 1985, 1986.

País	Mancha de Ascochyta	Antracnosis	Mancha foliar angular	Roya	Mancha harinosa	BCMV	Añublo de Halo	Añublo bacteria común	Pudrición de raíz	Añublo dorado	Macrophomina
BURUNDI											
Muganba (2100m)	x	x	x				x				
Buyenzi (1800m)	x		x	x			x				
Kirimiro (1700m)	x	x	x			x	x				
Kumoso (1250m)			x		x			x			
Imbo (850m)			x					x		x	
RUANDA											
Buberuka (2100m)	x	x	x				x		x		
Zaire-Nile Crest (2100m)	x	x	x				x		x		
Meseta Central (1700m)	x	x	x		x		x				
Estrib. Granítica (1700)	x	x	x				x				
Mayaga (1450m)			x		x	x		x			x
Bugesera (1200m)			x	x	x			x			

Tabla 21. Prevalencia relativa de plagas en diferentes regiones de Ruanda durante 4 estaciones consecutivas, 1985 y 1986.

Región Natural	Altitud	MOSCA DEL FRIJOL (1-9)*	AFIDOS (1-9)	Otros insectos y problemas**
1. Buberuka	1800 - 2100m	2.7 de	2.5 a	a, b, o, p
2. Zaire-Nile Crest	2000m	1.0 f	2.5 a	
3. Zaire-Nile Crest	1900 - 2100m	3.7 bcd	1.2 b	a, b, p, r
4. Mayaga	1350 - 1500m	4.6 ab	1.0 b	c, d, e, f, g, h, j, m
5. Granitic Spur	1500 - 1700m	3.1 cde	1.6 b	s, c, i, k, l, m
6. Meseta Central	1800 - 1900m	2.4 e	1.0 b	
7. Meseta Central	1500 - 1700m	3.8 bc	1.2 b	c, k, f
8. Bugesera	1200 - 1300m	5.6 a	1.0 b	c, b, h, d, n, e, q

* Escala : 1 = sin infestación, 3 = ligero, 5 = moderado, 7 = severo, 9 = 50% de las plantas muertas

** a. Altheca sp
b. saltahojas
c. Medythia quaterna
d. Maruca testulalis
e. piojo harinoso de la raíz
f. gorgojos
g. Alcidodes leucogrammus
h. grillos
i. Ophiomya spencerella
j. Ophomyia phaseoli
k. Heliothis spp.
l. Palomilla del fríjol
m. Zonocerus elegans
n. Trichopusia sp.
o. ratas
p. granizo
q. Hipopótamo
r. Kurisuka (maleza)
s. Mylabris (spp)

Investigación sobre la utilización de los métodos culturales para el control de enfermedades

El fríjol en muchas regiones de Africa se cultiva predominantemente como mezcla de variedades en los sistemas agrícolas de subsistencia. Las estrategias de la investigación deben orientarse hasta obtener el máximo impacto sobre los limitantes que impone este sistema de agricultura. El impacto utilizando variedades resistentes y de más alto rendimiento no será tan rápido en las mezclas como cuando los agricultores cultivan solamente una variedad de fríjol, porque a menudo (p.e. en la Región de los Grandes Lagos) las nuevas variedades se incorporan generalmente en porcentajes variables, dentro de las variedades de fríjol que existen en las mezclas de los agricultores. Por ejemplo, esto significa que si una variedad rinde un 30% más que la mezcla del agricultor, representa como mucho un 20% de la mezcla, por lo tanto el incremento teórico del rendimiento total será solamente del 6%. En forma similar, las variedades resistentes pueden diluirse en mezclas de plantas altamente susceptibles. En estas regiones, las medidas de control independiente de las variedades, tales como el control cultural, pueden tener un impacto más rápido.

Se ideó un número de ensayos para evaluar el potencial para reducir los niveles de enfermedades, en fríjol, utilizando métodos culturales. Los ensayos incluyeron selección de semillas mejoradas; y remoción de hojas y plántulas enfermas (particularmente aquellas que se infestaron con enfermedades importantes transmitidas por semillas tales como antracnosis, mancha angular de la hoja, mancha de Ascochyta y BCMV).

Durante tres estaciones, se obtuvo un promedio de reducción en la severidad total de la enfermedad del 40% (38% para la antracnosis, 45% para mancha foliar angular) mediante la remoción de las hojas y plántulas enfermas. Sinembargo, la práctica de remoción de plántulas y follaje dió como resultado un incremento del rendimiento de solo 6%, el cuál no fué significativo al nivel de 95% (tabla 23). La remoción de las plántulas enfermas redujo solamente la fuente de inóculo, aunque no la tasa de la infección, en tanto que la remoción de las hojas redujo la tasa de dispersión (figura 2). La combinación de los tratamientos disminuyó tanto el inóculo como la tasa de infección.

En la observación de la variación de los efectos de los tratamientos durante dos estaciones (no se obtuvieron datos en una de las tres estaciones), el uso combinado del retiro de las hojas enfermas y la remoción de las plántulas afectadas dió como resultado la reducción total o casi la reducción en la infección de las tres enfermedades registradas: mancha de Ascochyta, mancha foliar angular, y antracnosis (figura 3).

En otro ensayo, se incluyó como uno de los factores la selección de semilla, además de la remoción de hojas y plántulas enfermas. La selección de semilla mejorada por sí misma, dió como resultado una disminución no significativa en las enfermedades y un incremento en el rendimiento. Cuando se combinaron todos los tres tratamientos se observó una reducción en un 68% ($\alpha = 0.05$) en la antracnosis, y una

reducción del 49% ($p = 0.05$) en todas las enfermedades. El incremento del rendimiento del 12%, no fué significativo (tabla 24).

Estos resultados indican que la combinación de los métodos culturales pueden ser promisorios como un método efectivo para el control de enfermedades en las mezclas varietales. Sinembargo, su impacto inmediato sobre el rendimiento puede ser despreciable; ellas podrán incrementar el rendimiento significativamente en las estaciones de siembra subsecuentes a través de la disponibilidad de semilla limpia. En un experimento para comparar la semilla libre de enfermedad con otra semilla producida en la localidad se registró un incremento del rendimiento del 22%. Se cree que la mejor utilización de estos métodos será su empleo en la producción de semilla por actividades de los mismos agricultores en las cuáles se combinen buenas prácticas agronómicas con métodos fitosanitarios y posiblemente la selección negativa contra plantas enfermas y de bajo rendimiento por los agricultores utilizando ellos sus propias mezclas en parcelas especiales de multiplicación. Esta estrategia se está investigando ahora en campos de agricultores con la participación de ellos mismos en la investigación.

Tabla 22. Efectos de la estación sobre la severidad de la mosca del fríjol y de las infestaciones de áfidos.

Estación	Mosca de Fríjol	Afidos
Septiembre - Enero (A)	2.6 b	2.2 a
Febrero - Junio (B)	4.4 a	1.1 b

Tabla 23. Efectos de la remoción de las hojas y plántulas enfermas en tres estaciones sobre la incidencia de la enfermedad y el rendimiento.

Tratamiento	Infección de la enfermedad (% área de superficie en R9) ALS	Mancha de Ascochyta	Antracnosis	Total de enfermedades	Rendimiento
Control	6.8 A	0.1 A	6.2 A	12.9 A	1174.6 A
Remoción de hojas enfermas	4.8 BC	0.2 A	5.5 AB	10.6 A	1189.6 A
Remoción de plántulas enfermas	6.0 AB	0.2 A	4.9 AB	11.0 A	1207.3 A
Tratamiento combinado	3.7 C	0.2 A	3.9 B	7.7 B	1237.9 A

Los valores marcados con letras las cuáles no corresponden difieren significativamente (p = 0.05)

Tabla 24. Efecto de la selección de semilla, la eliminación de hojas y plántulas enfermas sobre el desarrollo de la enfermedad transmitida por semilla y el rendimiento.

Enfermedad:	ALS		Antracnosis		Ascochyta		BCMV	Total enfermedad por hongos		
Etapa de crecimiento:	R7	R9	R7	R9	R7	R9	R7	R7	R9	Rendimient
NIL (Selección antes de siembra)	2.0a	5.8a	1.3a	7.8a	0.8a	0.0a	2.0a	4.1	13.6	535a
Selección después de cosecha y antes de siembra	2.0a	6.5a	0.4a	6.5a	1.0a	0.3a	1.3a	3.4	13.3	755a
Remoción de hojas enfermas	1.5a	4.0a	0.6a	6.6a	0.6 bc	0.1a	1.8a	2.7	10.7	420a
Remoción de plantas enfermas	0.8a	6.3a	1.6a	7.8a	0.8abc	0.1a	1.5a	3.3	14.2	395a
Tratamientos combinados	0.9a	4.0a	0.4a	2.5b	0.4c	0.4a	1.3a	1.7	6.9	600a

Números con la misma letra no difieren significativamente utilizando un NDS, p = .05.

Tratamientos combinados 0.9a 4.0a 2.5 b 0.4

Investigación Iniciada recientemente para el desarrollo tecnológico

En 1986, con base en el rendimiento, las evaluaciones de plagas y enfermedades de los ensayos exploratorios, como también las encuestas formales e informales, el programa inició los siguientes ensayos de evaluación y desarrollo de tecnología:

1. Tratamientos de semilla con fungicida, insecticidas y polvos calcáreos para las áreas con pudriciones radicales, mosca del fríjol y problemas de acidez del suelo;

2. Un estudio detallado de la aceptabilidad de fríjoles volubles en la región de la Meseta Central con más de 100 agricultores colaboradores;

3. Ensayos en estaciones que evalúen la integración de los componentes del mejoramiento del suelo tales como árboles de leguminosas y cultivos de abono verde en los sistemas de producción de fríjol;

4. Técnicas para mejorar la autoproducción de semilla por los agricultores con el uso de buenas prácticas agronómicas y fitosanitarias y una metodología de selección básica en parcelas especiales.

Potencial y limitación de la producción de fríjol voluble en las áreas de fríjol no voluble

El promedio del tamaño de las granjas en Ruanda y en Burundi es de menos de una hectárea, la tasa de crecimiento de la población (cerca del 3.5%) es muy alta. Existe una gran necesidad para la intensificación agrícola. Los fríjoles volubles tienen un potencial de rendimiento mucho mayor que los fríjoles arbustivos bajo condiciones de fertilidad. El programa regional del CIAT y el ISAR decidió que la investigación en fríjoles volubles debe recibir una alta prioridad. Durante 1986, la investigación de diagnóstico se orientó hacia la identificación de la limitación y el potencial de los fríjoles volubles incluídos en sistemas donde no se habían cultivado frecuentemente.

Se utilizó una aproximación de línea múltiple para investigar este problema. Se obtuvieron evaluaciones de los agricultores y entrevistas continuas sobre la mezcla de fríjol voluble en los ensayos a nivel de finca. Se realizaron entrevistas a una muestra de 24 agricultores los cuáles habían iniciado expontáneamente el cultivo de fríjol voluble, en pequeña escala; se entrevistaron para descubrir: qué ventajas o desventajas habían encontrado con el cultivo, sus principales problemas de producción y si sus vecinos habían iniciado o no la adopción de la práctica. Se realizó una encuesta a 120 agricultores en la región de Gisenyi del Norte de Ruanda donde la gran mayoría de los agricultores cultivaron exitosamente fríjol voluble. El propósito de estas encuestas fué descubrir si existía algún aspecto de sus técnicas de producción el cual pueda transferirse a otras partes de la región, como también investigar cuáles soluciones habían encontrado en los problemas de producción que limitaron principalmente la adopción de fríjol voluble en otras áreas.

Los resultados de 117 encuestas generales de diagnóstico en la Estribación Granítica y en la Meseta Central en dos comunidades de la prefectura de Butare en Ruanda, demostraron que solamente cerca del 5% de estos agricultores están cultivando actualmente fríjol voluble. Si ellos cultivaron fríjol voluble, lo cultivaron solamente en parcelas estrechas, lo que representa usualmente menos del 10% de la producción total de fríjol. No hubo incremento en el número de agricultores que cultivaron fríjol voluble, y aquellos que realmente cultivan fríjol voluble no han incrementado el área correspondiente.

En 1986, los resultados generales de las evaluaciones de la aceptabilidad mediante los ensayos de los agricultores a nivel de finca fueron buenos, aunque no tan altos como la variedad más preferida de fríjol arbustivo, Kilyumukwe. En 1986 A, la mayoría de los ensayos se instalaron en condiciones desfavorables para los volubles. Una inspección continua en Nyabisindu, Ruanda, indicó que en aquellos casos donde los ensayos se habían instalado en suelos muy fértiles y donde los rendimientos fueron, consecuentemente altos, los agricultores encontraron un desempeño excelente de los volubles. Consecuentemente, en la estación de 1986 B, se tuvo un mayor cuidado para sembrar la mezcla de fríjol voluble en un buen suelo. La tabla 25 muestra que la evaluación general durante 1986 A de la mezcla de fríjol voluble fué considerablmente mejor que la mezcla local y segunda, después de Kilyumukwe. Se observó que los volubles presentaron una tasa negativa para los días a maduración. Es necesario poner atención en las implicaciones de este factor para la sequía y otros riesgos y para el empleo de los volubles en los sistemas de los agricultores.

Tabla 25. Comparación de las evaluaciones de los agricultores de las mezclas de fríjol voluble con la variedad de mayor aceptación, no voluble (Kilyumukwe) - 1986 A. *

Lugar	No. de agricultores	Mezcla de fríjol voluble	Kilyumukwe
Mugusa	12	2.8	4.6
Nyabisindu	14	3.0	4.8

* La escala de medida es 1 - 5 donde 1 = pobre , 3 = promedio y 5 = excelente.

Se prestó una especial atención a las preguntas sobre fríjoles volubles en las continuas encuestas en los ensayos a nivel de finca. Sólo el 27% de los 45 agricultores con ensayos a nivel de finca encuestados en Nyabisindu, Rhashya y Mugusa durante 1986 han continuado con la siembra de los volubles. De estos, el 83% manifestó que gustaba bastante de ellos y posteriormente un 13% opinó lo mismo. Nuevamente la adopción se presenta correlacionada positivamente con la buena experiencia inicial obtenida de los ensayos en suelos fértiles.

Las entrevistas realizadas de comienzo a fin con los 24 agricultores que cultivaron realmente los fríjoles volubles durante 1986 A y 1986 B respaldaron los descubrimientos anteriores y fueron relativamente más seguras que los ensayos de encuestas continuas. Todos estos agricultores sembraron los arbustivos en un suelo fértil, cerca de su casa. El 80% de estos agricultores notó que ellos duplicaron su rendimiento con los fríjoles volubles. El 20% restante sólo han tratado con los volubles por vez primera en esa estación y no están dispuestos aún a sacar conclusiones. Existe también una tendencia de los vecinos de estos agricultores que obtuvieron buenos resultados con los volubles para comenzar a evaluarlos. Además, la mayoría de estos agricultores cultivaron los volubles en áreas pequeñas (100 m^2 o a menudo mucho más pequeñas). Todos estos agricultores aseveraron que ellos deseaban expandir el área en fríjol voluble,pero fueron advetidos de hacerlo, debido a la falta de fuentes fácilmente disponibles de suficiente material para soporte. Otras limitaciones que se citaron con bastante frecuencia fueron la falta de semilla a fríjol voluble y la falta de suelo fértil, compost o abono verde.

Es de fundamental importancia un suministro de suficiente material de soporte y fácilmente disponible. La encuesta en Gisenyi se dirigió directamente hacia el análisis de cómo los agricultores han resuelto el problema en esta área. El argumento para esta investigación es que una solución o una práctica realizada por estos agricultores también puede ser apropiada para otros agricultores en una región diferente dentro del país. Las tablas 26, 27 y 28 resumen algunas de estas prácticas utilizadas por los agricultores de Gisenyi. Más del 85% de estos agricultores tienen material de soporte suficiente para todas sus necesidades y no se encuentran molestos con el trabajo extra de establecer los soportes. La principal fuente de estacas fueron las cercas vivas anti-erosión de Pennisetum sembradas en bandas separadas aproximadamente 20 metros a lo largo de las líneas de contorno (tabla 26). Los agricultores en Gisenyi también mostraron preferencia por la naturaleza de propósito de múltiple de Pennisetum, de modo tal que las estacas viejas son una fuente importante de combustible para la cocción, y las cercas vivas suministran una protección considerable para la erosión. Los deshechos de los cercos vivos ayudan a mantener la fertilidad del suelo y las hojas pueden utilizarse como forraje.

Algunos agricultores de la Meseta Central también cultivan Pennisetum, principalmente para propósitos de construcción. El principal problema con el Pennisetum es que también es competitivo y reduce el rendimiento de los cultivos adyacentes.

También se identificaron en la encuesta de Gisenyi, las técnicas de los agricultores utilizadas para manejar los cercos vivos y reducir la competencia (tabla 27). Los métodos utilizados incluyen el corte regular, el grosor y la poda del cerco, como también la limitación de la amplitud de la banda de Pennisetum mediante el corte de las raíces en el lado del campo de la cerca viva. Los cortes se realizan una vez al año, unas pocas semanas antes de la estación principal de fríjol. Esto suministra suficientes estacas alrededor del campo. La labor de cultivo con azadón, que sigue a continuación, incorpora las hojas y los otros deshechos en el suelo, como también corta las raíces que se

extienden dentro del campo. En el momento de la primera deshierba el cerco vivo se reduce si es necesario y cualquier planta que crezca dentro del campo es eliminada.

En la Región de Los Grandes Lagos en condiciones agroforestales se presenta una producción total de fríjol estimada en 40-50%, principalmente en cultivos de banano. En 1986, se inició la investigación en agroforestal, y se ha orientado hacia interacciones de tres densidades según el hábito de crecimiento del fríjol, como también la asociación del fríjol con la producción de estacas, y los árboles fijadores de nitrógeno.

Esta investigación indica que una posible solución al problema de soporte para la Meseta Central incluye el uso de novedosos sistemas de cultivo los cuáles integran los árboles fijadores de nitrógeno tales como Sesbania Sesban, Leucaena leucocephala y Calliandra calothyrus en los campos de fríjol. Se asume que los agricultores apreciarán fundamentalmente la producción de estacas para el cultivo de fríjoles volubles y el forraje, aunque estos árboles también pueden utilizarse para el efecto de mejorar el sistema de absorción de N y el reciclaje de P durante el tiempo.

La aceptabilidad de estos nuevos sistemas de cultivo se está evaluando frecuentemente a nivel de finca y a nivel de estaciones, en colaboración con los diferentes proyectos y el departamento de agronomía de la Universidad Nacional de Ruanda.

A nivel de estación se están investigando las interacciones entre la densidad del banano y los árboles básicos con el hábito de crecimiento del fríjol aunque se incrementará la investigación a nivel de finca. Los datos preliminares indican que el fríjol tolera densidades hasta de 700 árboles de seis años de edad de Gravillea robusta sin reducción del rendimiento. Los fríjoles volubles rindieron mucho más que los fríjoles arbustivos bajo condiciones de asociación con banano a nivel de finca. Esto es de principal importancia para la extensión del fríjol voluble en regiones donde ellos no se cultivan con frecuencia.

Esta asociación de fríjol voluble con cultivos de banano ofrece una solución para el estrés por sequía y los problemas de fertilidad del suelo en la Meseta Central. Los cultivos de banano alrededor de la casa son frecuentes en la región, y tienden a ser fértiles debido a la aplicación de compost casero. Las bananas suministran sombra y son barreras rompeviento, por lo tanto reducen la evapotranspiración considerablemente.

Las investigaciones futuras en las prácticas de soporte y agroforestales involucrarán a los agricultores en la selección de los árboles y las prácticas de manejo. Los agricultores los cuáles desean cultivar más fríjol voluble pero no encuentran material suficiente de soporte serán el primer grupo que se incluya.

Tabla 26. Tipos y fuentes de material de soporte (de 120 agricultores) en Gisenyi - 1986.

Tipo de soporte empleado (*)			Fuente de soportes		
Pennisetum	Bambú	Madera	Pennisetum cercas Anti-erosión	Plantas de bambú	Lotes de madera* Plantas de Pennisetum
95%	22%	12%	68%	13%	19%

(*) Superior al 100% debido a los múltiples tipos empleados

1 El bambú sólo es material de soporte importante en altitudes elevadas superiores a 2.000 msnm.

Tabla 27. Mantenimiento de cercos vivos de Pennisetum en 1986 (120 agricultores)

Corte del cerco una vez al año	Desyerbe del cerco	Cerco delgado	Corte de las plantas no verticales
93%	71%	76%	67%

Tabla 28. Prácticas de soporte y usos (120 agricultores).

Durabilidad de estacas (semestres)			Uso de estacas viejas	Quién obtiene estacas?		Quién coloca las estacas?		Suficiente estacas		Molestias por estacas	
2	3	4	Madera-fuego	Hom.	Mujer	Hom.	Mujer	Si	No	Si	No
22%	63%	15%	100%	95%	25%	57%	89%	86%	14%	12%	88%

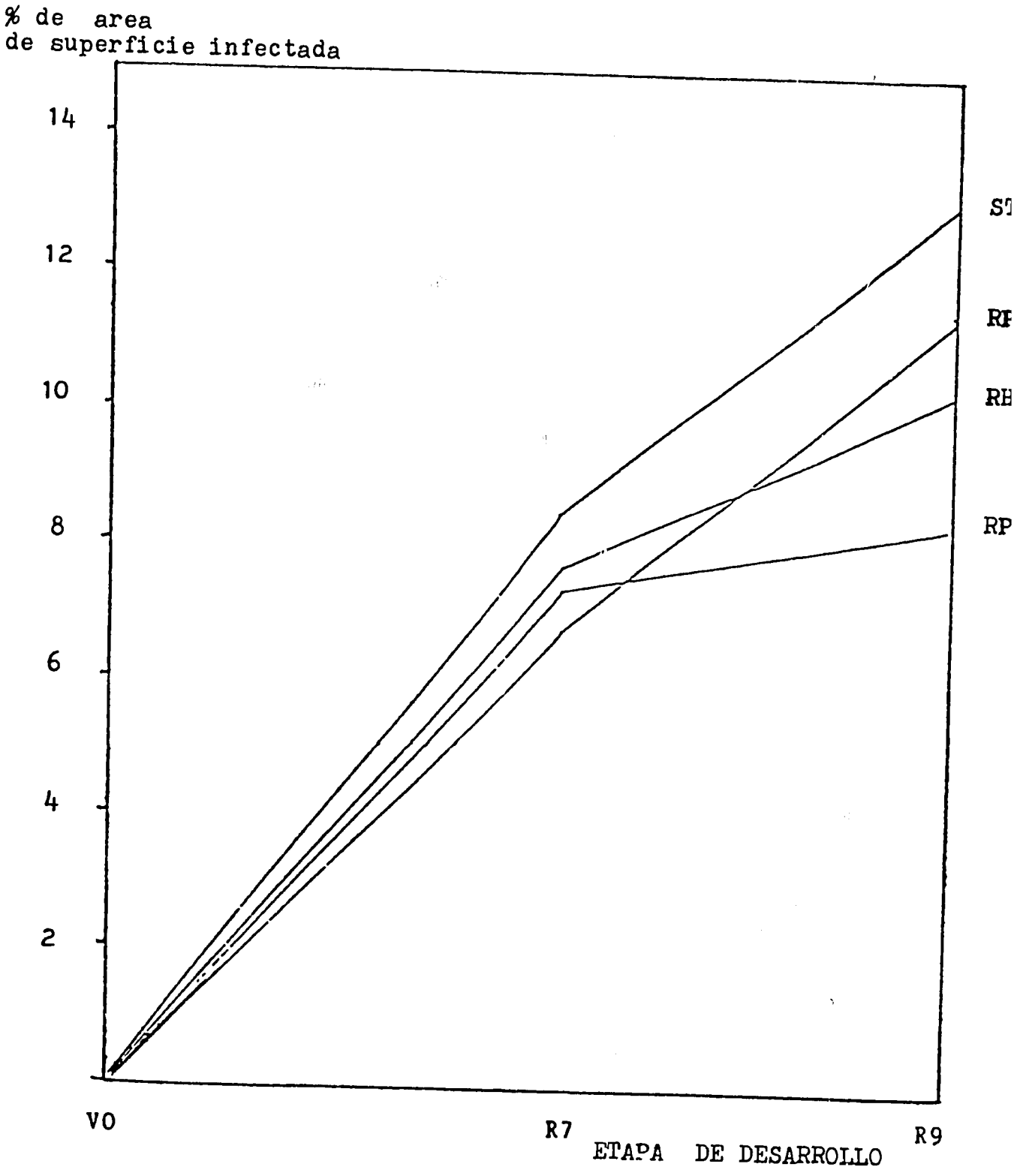


Figura 2. Desarrollo de la enfermedad en parcelas experimentales utilizando la remoción de hojas enfermas (RHE), remoción de plántulas enfermas (RPE) y la combinación de ambos tratamientos.

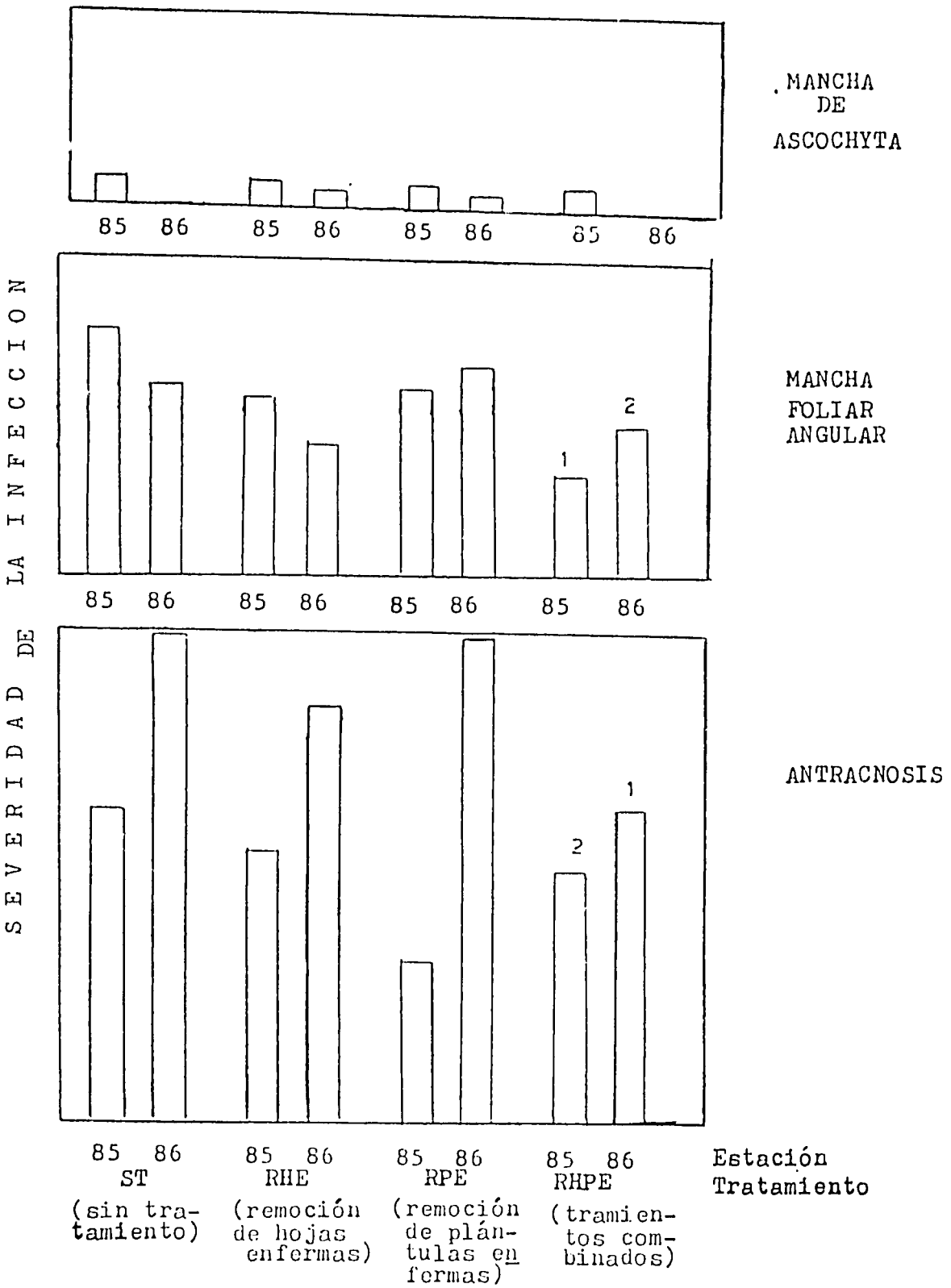


Figura 3. Variación estacional en el desarrollo de enfermedades fungosas con tratamientos de remoción de hojas y plántulas, solos y combinadas.

b. Africa Oriental

El Programa Regional de fríjol de Africa Oriental, el segundo de los proyectos regionales del CIAT en Africa, aún no se ha establecido firmemente. Se firmó un memorando de acuerdo con el Ministro de Agricultura de Somalia, y se terminaron los fondos para el respaldo financiero de la USAID en las actividades regionales a realizar en Somalia y Uganda. El soporte financiero obtenido de la Agencia de Desarrollo Internacional del Canadá se utilizó para colocar un agrónomo en Etiopía a partir del segundo semestre de 1986 para trabajar como Coordinador Regional. También se vinculó un mejorador de fríjol al programa nacional de Etiopía para desempeñar su labor durante un período de ocho meses.

El programa regional de fríjol para Africa Oriental cubre a Etiopía, Kenya, Somalia y Uganda. Esta amplia región presenta diversidad en diferentes aspectos que incluyen clima, sistemas de cultivo y utilización del fríjol. El fríjol es la principal leguminosa alimenticia en Kenya y Uganda, dos de los cinco principales productores de fríjol en Africa.

La parte Suroccidental de Uganda es el área de producción de fríjol más importante de ese país, y comparte con su vecino Rwanda, la urgente necesidad de intensificar la producción de pequeñas fincas fragmentadas, propensas a la erosión del suelo sobre pendientes pronunciadas. Las mezclas varietales del fríjol y los modelos de cultivos intercalados de fríjol con maíz, sorgo y banano indican la probabilidad de transferir nuevas variedades de fríjol y sistemas de cultivo desarrollados en la Región de los Grandes Lagos. La mayoría de la producción de fríjol de Kenya se deriva de cultivos intercalados de maíz/fríjol, cultivados por los agricultores para subsistencia y en pequeña escala comercial. La mitad de la producción de fríjol de Etiopía, se cultiva en forma intercalada con cereales y se destina para el consumo doméstico en la forma de grano entero hervido o como una pasta hecha a partir de la harina de la leguminosa. La otra mitad de la producción de fríjol de Etiopía consiste de fríjoles de semilla blanca pequeña producidos en las áreas de baja precipitación que se vende, la mayoría de él, envasado para exportación. En Somalia, se cultivan pequeñas cantidades de fríjol en tierras secas (dryland) o con riego suplementario.

Las actividades regionales del CIAT, orientadas por un comité de dirección que incluye los líderes de los programas nacionales de fríjol, tienen el ánimo fundamental de fortalecer las capacidades nacionales para conducir la investigación de acuerdo con las necesidades de los pequeños agricultores. Se está dando especial atención al adiestramiento tanto en CIAT como en Africa; pero aún no se ha empezado el adiestramiento a postgraduados, sinembargo dos científicos del programa de fríjol de Uganda, un mejorador y un patólogo, han permanecido aproximadamente dos meses en CIAT para supervisar un adiestramiento ajustado según sus necesidades específicas. Dos científicos de Etiopía recibieron períodos similares de adiestramiento en Patología de fríjol y en tecnología de semillas durante 1986. Otros tres científicos de Uganda, sacaron provecho de las semejanzas de su país con

Ruanda, realizaron pequeñas visitas para aprender más acerca de la investigación de mejoramiento y agronomía en el programa regional de los Grandes Lagos. Los líderes del programa nacional de Etiopía y Uganda también visitaron cada uno de los otros programas y realizaron intercambios de experiencias e ideas. Se establecieron también los vínculos entre las regiones del Africa del Sur y Africa Oriental mediante las visitas iniciales de intercambio entre Etiopía y Tanzania. En Etiopía, se realizó un curso de adiestramiento de dos semanas para 17 técnicos de investigación que trabajan con fríjol y otros cultivos de leguminosas en siete estaciones de investigación del gobierno y un proyecto de desarrollo agrícola no oficial. El objetivo de este curso fué mejorar los modelos de manejo de ensayos y normalizar los métodos de colección de datos nacionales.

El personal staff regional del CIAT realizó visitas regulares en Somalia, Uganda y también en Tanzania. Mediante la participación en los encuentros de planificación de la investigación nacional y las visitas en el campo, el CIAT está asesorando el desarrollo de programas de investigación más efectivos dentro de cada país. Se están empleando las encuestas a nivel de finca para diagnosticar los problemas de los agricultores en las áreas de producción de fríjol, para asegurar un diseño relevante de los programas de investigación para cada una de las estaciones a través de las diferentes disciplinas. La tecnología requiere de evaluación por parte de los agricultores y se está brindando más estímulo a los esfuerzos nacionales para la producción de semillas de las nuevas variedades que se han identificado, comunicando en forma amplia los resultados de las investigaciones a los agricultores. Se ha prestado asistencia en Etiopía, Somalia y Uganda en el asesoramiento y suministro de la documentación de las prioridades de la investigación nacional en fríjol, a través de los análisis de los recursos que están disponibles para la investigación, y también, en el delineamiento de los futuros requerimientos para el desarrollo de la misma por parte del personal staff y para las inversiones de capital y funcionamiento.

Se está fortaleciendo cada uno de los programas nacionales para el desarrollo de variedades mediante el acceso a un rango mucho más amplio de germoplasma. Una vez realizada la asistencia en la identificación de los problemas importantes a nivel local se continúa con la provisión de viveros específicos (incluídos aquellos que se desarrollaron para el virus del mosaico común del fríjol y para adaptaciones a la sequía); se incluyen introducciones procedentes de la colección de germoplasma del CIAT; materiales mejorados avanzados de América Latina y se presta colaboración en la evaluación del germoplasma.

En Uganda, muchos de los materiales que se suministraban en épocas anteriores se perdieron durante los años recientes de desorden político. Este año las líneas que se salvaron procedentes de los bloques de cruzamiento de los VEF y los IBYANS se sembraron en parcelas sin replicación para su evaluación posterior. Durante la segunda estación, se sembró una parte del AFBYAN, pero aún no se dispone de resultados. Los Investigadores de Uganda realizaron selecciones del programa del mejoramiento de Ruanda (asesorados por el proyecto

regional de los Grandes Lagos de CIAT), durante una visita de campo que realizaron a este país vecino: este material, se presentó formalmente al presidente de Uganda, Museveni, por el presidente de Ruanda, Habyarimana, durante una visita oficial, sinembargo, se espera poder suministrar materiales mejor adaptados a la parte Sur occidental de Uganda. Otro esfuerzo para revitalizar rápidamente la capacidad de Uganda para identificar nuevas variedades para los agricultores ha sido el regreso a Uganda en 1986 de la progenie de los cruces realizados en el CIAT entre K20, (una variedad liberada por el programa de Uganda en 1968) y las fuentes de resistencia a las enfermedades que ha ha sido limitante principal. El programa de Uganda, con base en la estación de investigación de Kawanda, seleccionó y comenzó a utilizar este año un nuevo lugar de ensayos en Kachwekano, para atender la zona del Sur occidente que es de gran importancia.

El programa de mejoramiento de Etiopía se ha desarrollado completamente, conteniendo materiales de selección avanzada suministrados anteriormente por el CIAT y para los ensayos de rendimiento nacional se incrementó en 1986 aproximadamente en 2.000 nuevas líneas. Todas se cultivaron en parcelas sin replicación con los testigos locales corrientes. Se estimó el rendimiento de semilla y se realizaron observaciones sobre enfermedades y plagas con los científicos nacionales y regionales que trabajaron en mutua colaboración. Los materiales incluyeron entradas procedentes de los VEF de 1985, los IBYAN y los bancos de germoplasma del CIAT.

a. VEF de 1985. Los síntomas del BCMV y el CBB fluctuaron desde ausentes hasta severos en 537 introducciones, muchas de las cuáles se observaron completamente libres de las dos enfermedades, en tanto que los testigos presentaron síntomas desde moderados hasta severos en el caso del añublo bacteriano. El crecimiento generalmente fué excelente y el rendimiento estuvo por encima de las dos toneladas de semilla seca por hectárea. Entre las introducciones testigo, las variedades Mexican 142 y Black Dessie produjeron el mayor rendimiento de semilla (1143 kg/ha) y la variedad Brown Speckled presentó el rendimiento más bajo (995 kg/ha). El rendimiento más elevado de semilla (2179, 1951 y 1932 kg de semilla por hectárea) se obtuvo de dos muestras representativas del grupo PAN (semilla blanca pequeña). Otros grupos de líneas interesantes fueron aquellos seleccionados por su resistencia a Empoasca (EMP) (hasta 1741 kg/ha) y el grupo BAN, de semilla crema pequeña (1157 - 1641 kg/ha). Otros grupos que también contenían líneas de buenos rendimientos fueron Ana (205-1524 kg/ha), BLM (649-1470 kg/ha) y RIZ (587-1447 kg/ha), pero algunos grupos donde se incluían líneas del ICA (493-1343 kg/ha) y el de cruces realizados en Africa (273-1316 kg/ha) no fueron promisorios.

b. IBYANs. Aproximadamente 100 introducciones procedentes de diferentes IBYANs se sembraron después de la fecha óptima de la misma obteniéndose un crecimiento y un rendimiento menor que en los materiales de los VEF. En estas condiciones la variedad Brown Speckled (808 kg/ha) dió el mayor rendimiento entre los testigos seguida por Mexican 142 (619 kg/ha) y en tercer lugar la variedad

Red Wolaita (573 kg/ha). Entre las introducciones del IBYAN, el rendimiento más alto (2184 kg/ha) se obtuvo con una de las líneas del grupo RAB. Otros materiales de muy buen rendimiento se presentaron en los grupos PAN (1191 kg/ha) y el RAO (1028 kg/ha).

c. Germoplasma. Se sembró también un grupo de aproximadamente 1500 accesiones de germoplasma que representan el rango total de variabilidad en la colección de germoplasma del CIAT como también líneas avanzadas de los programas del CIAT. La severa infestación de mosca de fríjol que resultó debido a la siembra tardía permitió la evaluación de la respuesta de la colección a la mosca del fríjol. Entre las entradas testigo, la variedad Brown Speckled presentó un daño significativamente menor debido a la mosca del fríjol (4.2 ± 0.19 en una escala de 1 a 9) que Mexican 142 (5.4 ± 0.20) y la variedad Red Wolaita (6.0 ± 0.27), en cambio en forma significativa presentó más pupa de la mosca del fríjol por planta (7.5 ± 0.29) en comparación con 4.7 ± 0.35 para Mexican 142 y 6.4 ± 0.30 para Red Wolaita. Entre las accesiones de germoplasma, las evaluaciones por daño de mosca del fríjol fluctuaron entre 2 y 9 y para los números de pupas de mosca de fríjol por planta, desde 2.4 hasta 25.4.

BIDAN. Los materiales que se introdujeron previamente del CIAT se desempeñaron bien en los ensayos varietales nacionales. En otro grupo de ensayos con los tipos de semilla grande, los materiales A 410 (3247 kg/ha) y A 262 (3104 kg/ha) produjeron mucha más semilla que la variedad Brown Speckled (1912 kg/ha); en otro grupo, la variedad Aguascalientes 13 (2134 kg/ha) presentó en forma considerable un mejor rendimiento que la variedad Brown Speckled (1335 kg/ha). En ensayos con materiales de semillas de color, los tipos de semilla media, A 442 (3419 kg/ha), A 62 (2928 kg/ha) y A 445 y BAC 87 (2852 kg/ha) produjeron un rendimiento mucho mayor de semilla que la variedad Black Dessie (2149 kg/ha).

Tabla 1. Rendimiento de las entradas en la evaluación de los VEF, Melkassa, Etiopía, 1986.

Grupo	Número de Entradas	Rango kg/ha	Promedio kg/ha	± SE
AFR	73	273-1316	893	3.01
AND	111	205-1524	976	2.25
RIZ	12	587-1447	1020	17.29
PVA	24	553-1210	856	8.31
ICA	127	493-1343	911	1.39
EMP	11	919-1741	1128	26.63
PAD	24	352-1339	802	11.39
PAN	27	333-2179	863	18.22
BLM	13	649-1470	1037	16.13
BAN	5	1157-1641	1359	41.22
Otros	105	125-1266	874	2.28
Mexican 142	23	897-1698	1143	8.28
Black Dessie	23	585-1860	1143	13.41
Brown Speckled	24	716-1323	995	7.69

En agronomía, la colaboración con los programas nacionales se concentró en el desarrollo a corto plazo de la tecnología apropiada para la evaluación a nivel de finca que se encuentra disponible ya en las estaciones de investigación. El instituto de investigación agrícola de Etiopía, a través del programa de sistemas de cultivo y socioeconomía, inició dos series de ensayos de verificación manejados por agricultores de las líneas de fríjol más avanzadas: cuatro variedades de fríjol tipo navy (white pea) se evaluaron en las fincas de Rift Valley y cuatro variedades de color se cultivaron por agricultores en los sistemas de subsistencia maíz/fríjol en el sur de Etiopía. La inspección y el registro de estos ensayos también se realizó en colaboración con los científicos para comprender mejor los sistemas de producción dentro de los cuáles se cultiva el fríjol, y para diseñar las estrategias asociadas en futuras intervenciones. Por ejemplo, los agricultores en el Rift Valley de Etiopía, conocen ahora como ajustar las tasas de siembra del fríjol de acuerdo con el tipo de suelo; ellos a menudo han utilizado una tasa mucho más alta de semilla que la recomendada, debido a que ellos necesitan disminuir las pérdidas de rendimiento que resultan de la falta de tiempo para trabajar en la finca en la época en que el fríjol requiere el deshierbe. Ahora debe prestarse atención en las estaciones de investigación al establecimiento del valor potencial de las variedades seleccionadas que puedan competir mejor con las malezas. La importancia del fríjol en los sistemas de subsistencias del Sur y el Oeste de Etiopía, áreas para las cuáles existe poca investigación, asegura un aumento del interés en el cultivo intercalado, el cultivo relacionado y el cultivo doble de fríjol con sorgo o con maíz.

Para respaldar las actividades anteriores se suministraron fondos regionales a través del CIAT mediante la colaboración de USAID y el CIDA los cuáles se están empleando en la adquisición del equipo necesario para las estaciones de investigación y la investigación a nivel de finca. Las decisiones sobre tales contribuciones se toman en forma colectiva por medio del comité de coordinación, aplicando especialmente el criterio de importancia de una actividad de investigación propuesta para la región como un todo. Los tópicos de investigación acordados temporalmente o provisionalmente para la colaboración regional entre los programas nacionales en el Africa oriental incluyen el control del añublo bacteriano común (en Uganda), la roya del fríjol (en Etiopía), y la tolerancia a sequía (en Somalia). Se espera también una investigación colaborativa para establecer vínculos entre los tres programas regionales en Africa; por ejemplo, el problema de la roya del fríjol se estudiará con la participación de investigadores de Tanzania.

c. Africa del Sur

En Abril, se firmó un Memorando de Acuerdo (MOA) entre el CIAT y el gobierno de Tanzania y en Julio, el primero de cuatro científicos del CIAT ubicó su residencia en Arusha en el Norte de Tanzania, donde el programa regional de fríjol del SADCC/CIAT para Africa del Sur tiene establecida su base. El fitomejorador se trasladará a Arusha en Febrero de 1987, y se espera una completa asignación de fondos del CIDA para Marzo. El Centro Sur Africano del SADCC para la Cooperación en Investigación Agrícola (SACCAR) dió su aprobación para la contratación de un segundo fitomejorador del CIAT para Malawi, y en Marzo de 1987 se firmará un acuerdo entre los directores del CIAT y el gobierno de Malawi.

La región del SADCC abarca a Tanzania, Malawi, Zambia, Zimbabwe, Mozambique, Angola, Botswana, Lesotho y Swaziland y por lo tanto es la más grande de las tres regiones que hospedan el programa del fríjol del CIAT para Africa. La producción de la región del SADCC alcanza una cantidad aproximada de 564 mil toneladas de semilla seca, lo cual es una cuarta parte del total de la producción de Africana. Tanzania produce aproximadamente 350.000 toneladas, o sea el 62% de la producción del SADCC. Dentro de Tanzania, las zonas más importantes para la producción del fríjol son las tierras altas del norte de Arusha, las regiones de Kilimanjaro y Tanga, incluyendo las montañas del Pare y Usambara, las tierras altas de Tanzania central, incluyendo las montañas de Uluguru de la región de Morogoro, las regiones de Kagera y Kigoma del oeste de Tanzania, y las tierras altas del sur de las regiones de Mbeya e Iringa. Además, otras áreas de buena producción de fríjol incluyen el norte de Zambia, las tierras altas de Malawi, los distritos de Mozambique, Tete y Manica, la sabana alta del centro y oeste de Zimbawe, y parte del oeste de Angola. Las partes de la región del SADCC que se encuentran más al norte reciben lluvias en un patrón de distribución bimodal. Las lluvias cortas y largas, se presentan de octubre a diciembre y de marzo a junio, respectivamente. Las áreas localizadas al sur de la latitud 6°S (Tanzania central) tienen una sola estación lluviosa. En la parte norte de Tanzania, la estación lluviosa corta es la principal estación para el fríjol y en el oeste de Tanzania la estación lluviosa corta es la más importante. Al igual que en Africa Oriental, en Africa del Sur se utiliza el maíz para el sistema de siembra intercalado siendo la región de Kagera de Tanzanía occidental la excepción ya que predominan las asociaciones de banano-café-fríjol. La producción de fríjol en la región de Arusha es mayor y está más mecanizada que en cualquier otra región, lo cual se debe en parte a la industria de semilla del fríjol localizada en esta región. En general, los tipos de semilla no tienen tanta diversidad como en la región de los Grandes Lagos y no predominan las mezclas varietales. Dentro de la región del SADCC, en el área alrededor de las tierras altas del sur de Tanzania, norte de Zambia, Malawi, y el distrito de Niassa de Mozambique se presenta un centro de diversidad den el tipo de semilla. En la parte Norte de Tanzania, predominan los tipos Canadian Wonder y Red Haricot (tales como Masai Red), mientras que en la parte sur predominan los tipos grandes moteados "sugar bean" Las variedades volubles (tipo IV) son poco usuales.

La fortaleza de los programas nacionales ubicados en los nueve países africanos de país a país difiere sustancialmente. El programa de Tanzania es el más grande con tres científicos a nivel del Ph.D., 5 a nivel de masters y dos a nivel de bachelor o académico, quienes trabajan de tiempo completo en fríjol, en equipos separados y en cuatro instituciones diferentes. En otros paises importantes del Africa del Sur, los científicos nacionales son parte de los equipos de investigación de leguminosas y siguen contando con la colaboración de científicos fuera del país. Progresos notables realizados por los programas nacionales incluyen, las recientes liberaciones de variedades tales como P 304, (con el nombre de Uvole 84) y T 23 (como Lyamungu 85) en Tanzania, y de Carioca en Zambia. En promedio, Carioca dió incrementos del 450% en rendimiento de semilla sobre la variedad recomendada previamente para Zambia; también se desempeñó bien en los ensayos a nivel de finca, presentando casi el doble del rendimiento de las variedades de los agricultores sin la necesidad de añadir otros insumos. En los ensayos realizados posteriormente en las estaciones, la línea A 442 dió un rendimiento mayor que Carioca. Los análisis de regresión para el rendimiento sobre el registro de enfermedades revela que la mancha foliar angular, la antracnosis y roya fueron las enfermedades más importantes que causaron pérdidas en el rendimiento. Varias líneas de fríjol poseen resistencia combinada a estas enfermedades. El material G 2338 demostró poseer resistencia efectiva contra todas las principales enfermedades en dos sitios diferentes en Zambia, con condiciones contrastantes.

Entre las actividades regionales del CIAT se incluye la realización del primer encuentro del comité de coordinación, el convenio de un taller sobre la mosca del fríjol en Arusha, y la asistencia a un encuentro más amplio de SACCAR en Lusaka. El coordinador regional y el fitomejorador participaron en el taller anual patrocinado por el CRSP sobre investigación en fríjol y cada uno de ellos asistió a los encuentros para la coordinación de cultivos nacionales de primera necesidad en Tanzania, que se realizaron en Morogoro en Septiembre y Noviembre. Se han dado los pasos necesarios para una coordinación más efectiva de los ensayos varietales en diferentes sitios, y entre las instituciones relacionadas con la investigación de fríjol en Tanzania. Se realizaron progresos posteriores en el establecimiento del vivero de adaptación y rendimiento del fríjol africano (AFBYAN) y el Vivero Regional de Resistencia a la mosca del fríjol (RBFRN).

El encuentro del comité de coordinación, el cual se realizó con los coordinadores nacionales de fríjol de Botswana, Lesotho, Mozambique, Zambia y Tanzania como también por representantes de SACCAR, CIDA y CIAT, colaboró en el establecimiento de las prioridades para la adquisición del equipo y para el adiestramiento. Un agrónomo de Tanzania recibió adiestramiento a corto plazo en los métodos de investigación a nivel de finca en las instalaciones del CIAT, y se planea la realización de un curso para técnicos investigadores en Malawi, en marzo de 1987. En forma conjunta, estas actividades regionales empezaron a estimular los vínculos entre los distintos científicos, los cuáles a su vez dirigirán la formación de una red efectiva entre los programas nacionales a través de toda la región del SADCC.

8. Investigación Colaborativa en Fríjol, IVT (Instituto para el mejoramiento de plantas hortícolas) - CIAT

El CIAT ha colaborado en un proyecto de mejoramiento del fríjol con el Instituto para el Mejoramiento de Plantas Hortícolas (IVT) en los países bajos. Este año la investigación se concentró en la incorporación de la resistencia a los virus en las líneas mejoradas del CIAT.

Incorporación de genes con resistencia a virus: IVT 7233 x IVT 7214

Se sometieron ocho poblaciones F_2 de cruces realizados entre IVT 7233 y NL-5 IVT 7214 y un progenitor de CIAT a las razas del BCMV, NL-3 y NL-5 para seleccionar las plantas carentes de síntomas portadoras del gene bc-3. El informe del IVT-CIAT de 1985 presentó la lista de las poblaciones F_2 que se seleccionaron por contener el gene bc-3; el número de plantas carentes de síntomas y la cantidad de semillas F^3 cosechadas con las cuáles podrían obtenerse semillas para los cruces prueba F^1. Los cruces de prueba se realizaron para seleccionar las plantas portadoras del gene bc-3 que también portarán en forma homocigótica los genes bc-u y bc-2^2. El gene I estuvo presente en ambos progenitores. La cantidad de cruces de semilla de cruces de prueba fué limitada y las plantas con doble resistencia no pudieron seleccionarse a partir de las poblaciones F^2 en 1986 a través del tamizado posterior de las plantas procedentes de las pruebas con las razas del BCMV-N, 3, 4 + 5. Consecuentemente se continuaron los cruces de prueba en las líneas F^3. Se seleccionaron las cinco plantas promisorias de cada una de las tres líneas F^3 por cruzamiento según el color de semilla. Se utilizaron también selecciones realizadas en el CIAT según el color para las mismas líneas. Se cosechó la semilla F^4 a partir del cruzamiento de plantas F^3, y también se recolectó semilla F^1 procedente de plantas GN31 sobre las cuáles se realizaron cruces de prueba. Se utilizó un total de 44 líneas F^3 para los cruzamientos de prueba.

La tabla 1 presenta la presencia de los genes bc-u y bc-2^2 en plantas individuales F^3, con base en el tamizado de las razas del virus BCMV NL-3, NL-4 y NL-5 en las semillas de los cruces de prueba F^1. Los resultados se obtuvieron de 30 de las 44 líneas. Se encontró una resistencia ideal (donde se encontraron presentes en forma homocigótica tanto el gene bc-2^2 como el gene bc-u) en solamente tres de las 30 líneas. En ocho líneas, se detectaron genotipos en los cuáles el gene bc-u es heterocigotico (u+/u), y genotipos en 15 líneas donde el bc-u estaba ausente (u+/u+). En este grupo no se desarrollaron síntomas, y no se presentó una dispersión sistémica del virus. Si se sobrepone siempre el gene bc-3, entonces u+/u-$2^2/2^2$ I/I, y u+/u+ $2^2/2^2$ I/I presentarían solamente necrosis local.

Dentro de cada uno de los tres grupos de resistencia se utilizaron progenies F^4 para conformar mezclas de líneas que presentaran el mismo genotipo de resistencia, tipo de semilla y color de semilla (dentro de los respectivos grupos de color de semilla). En algunos casos se utilizó solamente una progenie como "material final".

Las 14 progenies individuales o reunidas se presentan como poblaciones en la tabla 1. Dos poblaciones procedían de fríjoles navy, pero no se detectó el gene bc-2^2, debido probablemente a la ausencia en la semilla de IVT 831575. Aunque este no porta realmente la doble resistencia, la combinación I bc-3 conserva su valor.

Las semillas se multiplicarán en el CIAT, y las poblaciones con mejor adaptación se incluirán en los ensayos internacionales. Los tipos importantes de semilla para América Latina y el Africa los cuáles tienen una valiosa resistencia al BCMV, se diseminarán a todos los países colaboradores que puedan recibirla.

Los materiales de los grupos blanco mediano, amarillo mediano y rojo moteado se enviarán al CIAT en la primavera de 1987. El programa A del proyecto colaborativo IVT-CIAT concluirá con el envío de estos materiales, todos derivados a partir de cruces entre las líneas mejoradas del CIAT Y la fuente de doble resistencia IVT 7233 x IVT 7214.

Programa con IVT 7620

Se continuó con la selección de plantas resistentes a la raza del virus BCMV-Tn. Las selecciones procedían de la primera, segunda y tercera generaciones de cruzamientos derivadas de las líneas del CIAT x IVT 7620. La línea IVT 7620 proviene de un cruce interespecífico con P. coccineus, y tiene resistencia al BCMV y al BYMV (incluyendo la raza Tn).

Algunas de las progenies F^2 procedentes de cinco poblaciones de cruzamiento de la tercera generación la cual no presentó dispersión sistémica del virus en las pruebas de los últimos años con BYMV-TN, presentaron susceptibilidad este año. Aparentemente, la resistencia IVT 7620 al BYMV se perdió en la segunda generación del cruzamiento, debido a la selección principal por resistencia al BCMV en la primera de las dos generaciones.

Sinembargo, se seleccionó una excelente resistencia al BYMV en la primera generación de cruzamiento entre las líneas mejoradas del CIAT e IVT 7620 como se reportó en 1985. Este año se continuó con el tamizado posterior de las selecciones de plantas. Se seleccionaron las progenies de plantas en las cuáles todas las plantas estuvieran carentes de síntomas, y no presentaran plantas con virus detectables en las pruebas de infección sobre las plantas de la variedad Widusa, muy sensitiva. Las plantas no presentaron infección detectable del virus, y esta resistencia se confirmó en las evaluaciones posteriores. Se reunieron las progenies con las sub-líneas 34-2 y 34-6 (de la línea 5) y con 35-4 (de la línea 6). Estas poblaciones sostienen resistencia completa al BYMV, y demostraron ser superiores cuando se compararon con todos los otros materiales procedentes de diferentes países. Ellos también conservaron la resistencia completa a todas las razas del BCMV, gracias a la resistencia suministrada por P. coccineus a través de la línea progenitora IVT 7620. Este material F^6 es considerablemente más valioso para los propósitos de mejoramiento que el progenitor la linea IVT 7620. Las desventajas de un cruce interespecífico aún se detectan en la línea IVT 7620, según se evidencia en las

semillas deformadas o de tipo rectangular, en los foliolos delgados y arrugados de color verde pálido, y en las vainas cortas. Las nuevas selecciones son plantas vigorosas con hojas oscuras y tienen un tipo normal de planta y semilla. Las poblaciones de sub-líneas estarán listas para liberación y se enviarán al CIAT como materiales terminados o materiales finales. Se realizaron cruces de IVT 7620 con las accesiones del CIAT G 08066, Negro 321 y C 63s630B susceptibles al BYMV, pero solo se logró resistencia completa en los cruces realizados con G 08066. Las semillas de todas las tres poblaciones son de color gris-blanco, en tanto que solo hay ligeras diferencias en las formas de hojas y semillas. La línea G 08066 proviene de cruces realizados entre "Pop" procedente de Uganda y la variedad de Costa Rica, Nep 2. La línea IVT 7620 proviene de los cruces realizados entre un fríjol arbustivo Danés Dutch bush runner bean, y un fríjol arbustivo Danés bush slicing (P. vulgaris), y un fríjol Yugoeslavo.

Cuadro 1. Plantas F_3 que demostraron doble resistencia en los resultados de los cruces de prueba y número de poblaciones liberadas, procedentes de líneas mezcladas con el mismo genotipo y tipo de semilla.

Línea F^3	Plantas Evaluadas por cruzamiento	Plantas con $2^2/2^23/3I/I$ y u/u	u^+/u	u^+/u^+		Poblaciones liberadas
Navy blanco pequeño						
IVT 831575 x PAN 29, 2 Líneas CIAT	10	-	-	-	-	1
" x PAN , 1 línea CIAT	4	-	-	-	-	1
" x Fleet-wood, 3 líneas CIAT	15	-	-	-	-	-
Roja, pequeña, brillante				2	1	
IVT 831607 x RAB 71, 2 líneas CIAT	8	-	-	-	-	-
IVT 831607 x RAB 71, 4 líneas IVT	17	-	3	5	4	3
Negra pequeña, brillante						
IVT 831607 x RAB 71, 1 línea CIAT	5	-	-	-	-	-
" x RAB 71, 5 líneas IVT	23		1	2	10	3
Negra mediana, opaca						
IVT 831629 x BAT 1554, 1 línea CIAT	5	-	-	-	2	1
" x BAT 1554, 5 líneas IVT	24	4	3	10	3	and 1
Kidney, rojo moteado mediano						
IVT 831657 x BAT 1412, 3 líneas CIAT	15	-	2	3	2	
" x BAT 1412, 3 líneas IVT	14	-	-	2	-	

1. Poblaciones con semillas de color pinto

III. EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PRACTICAS AGRONOMICAS

A. Investigación a Nivel de Finca

Las actividades de investigación a nivel de finca en 1986 continuaron en las áreas de capacitación, establecimiento de redes, adaptación de metodologías, desarrollo de tecnología a nivel de finca y adaptación de tecnología a áreas específicas. Un objetivo implícito en estas actividades es la retroalimentación hacia la investigación a nivel de estación, tanto en el CIAT como en los programas nacionales. En 1986 aumentó en importancia la capacitación y el apoyo a los capacitados, y ahora representa el 60% de las actividades en la investigación a nivel de finca. Se están comenzando a formar redes de investigadores a nivel de finca en Perú y Colombia, las cuáles han recibido atención especial en actividades de capacitación.

En Colombia continuó la evaluación de nuevas ideas metodológicas para la investigación a nivel de finca. Se enfatizaron los ensayos encaminados a integrar las actividades de investigación a nivel de estación y a nivel de finca (Cuadro 1). Estos generalmente evaluaron lo que podría ganarse mediante el desarrollo de tecnología a nivel de finca (véase, por ejemplo, la sección de Microbiología de este informe). Nuestros colaboradores en otros países adaptaron metodologías a sus propias situaciones y, por lo tanto, proporcionaron información y sugerencias para los participantes en futuros cursos de investigación a nivel de finca.

Adaptación de tecnología a áreas específicas

En los Informes Anuales del Programa de Fríjol de 1983, 1984 y 1985 se discuten varios ejemplos de adaptación de tecnología a áreas específicas. Los progresos en 1986 fueron los siguientes:

a. Miembros del curso INIPA-CIAT sobre investigación a nivel de finca en fríjol adelantaron ensayos de investigación a nivel de finca en 24 áreas del Perú, en casi todas ellas por primera vez. Un resultado temprano es la mejor comprensión sobre la variabilidad en la adaptación de la variedad Gloriabamba recién adoptada en diferentes partes del departamento de Cajamarca. Con base en resultados de los mismos ensayos también se han definido las áreas en las que resulta prometedor sembrar en hileras y aplicar fertilizantes.

b. En Ipiales, Colombia, hay ahora disponible para el agricultor una amplia selección de tecnologías que pueden ser adoptadas una por una. Las tecnologías: aplicación foliar de fungicidas, el tratamiento de la semilla con fungicida y una menor distancia de siembra en la hilera para la variedad Frijolica 0-3.2, están todas en los ensayos manejados por los agricultores. La línea promisoria TIB 30-42 se encuentra en la misma etapa. Los agricultores están multiplicando semilla de ambos materiales con la asesoría del ICA.

c. Frijolica LS 3.3, liberada por el ICA en 1985, está siendo evaluada en ensayos manejados por agricultores en San Vicente, Antioquia, junto con un mejoramiento en las aplicaciones foliares de fungicidas y el tratamiento de semilla con fungicida. Su semilla también está siendo multiplicada por los agricultores.

d. Los agricultores en parte de Funes, Colombia, han adoptado la línea de fríjol arbustivo Ancash 66, aparentemente debido a su tolerancia a suelos pobres. La línea no ha sido liberada por el ICA debido a que es muy tardía en su madurez como para ser efectiva en la totalidad del área objetivo de Funes.

Comparación de los resultados agronómicos en la estación experimental y las fincas

El tema especial del cual se presenta un informe detallado en esta sección se estudió durante cuatro estaciones, desde 1982B hasta 1985B. Se compararon los resultados entre la estación experimental de Obonuco (2710 m sobre el nivel del mar) y el área de investigación a nivel de finca en el distrito de Ipiales (2500-2800m sobre el nivel del mar), a 80 km de distancia. En el informe anual del programa de fríjol de 1984 se presentaron diferencias en el comportamiento de un grupo de 10 líneas élite entre Obonuco e Ipiales. No hubo correlación entre los resultados obtenidos en la estación y las fincas, y la línea liberada como resultado de los ensayos a nivel de finca se encontraban en sexto lugar en la estación. En el informe de este año se presentarán resultados de 11 de los otros 14 ensayos en los que se sembró una copia en Obonuco de un ensayo diseñado para la zona objetiva de Ipiales. Los ensayos combinaron cambios en las prácticas culturales y cambios en las variedades de maíz y fríjol.

En 1982B, el campo proporcionado para los ensayos en Obonuco era infértil y atípico de las condiciones que se presentan allí. Quizás por este motivo, fueron similares los efectos en fríjol ocasionados por cambios en la variedad y en maíz y fríjol ocasionados por cambios en el arreglo espacial, a aquellos que se observaron en las fincas. Sin embargo, se observó un gran efecto del control de enfermedades foliares en fríjol a nivel de finca pero ningún efecto a nivel de estación (Cuadro 2). En la estación no se observó efecto del aumento en la dosis de fertilizante en fríjol, pero en las fincas causó una pérdida significativa. La mayor fertilización aumentó considerablemente los rendimientos de maíz a nivel de estación, pero causó una leve pérdida en rendimiento de maíz en fincas.

A nivel de finca, mas no a nivel de estación, se perdieron plantas de fríjol en el tratamiento de alta dosis de fertilizante, aparentemente debido a que sus raíces fueron quemadas por el fertilizante. Esto se verificó en 1983B. En Obonuco, los mejores rendimientos de fríjol se obtuvieron con una mezcla de roca fosfórica/fosfato diamonio (RF/FDA) aplicada debajo de la semilla al momento de la siembra. Las diferencias entre tratamientos fueron pequeñas y los métodos de aplicación del fertilizante no afectaron la población de maíz o fríjol (Cuadro 3). Sin embargo, en Ipiales la mezcla de RF/FDA dió los menores rendimientos de maíz y fríjol y disminuyó la población de

ambos cultivos. La pérdida de plantas probablemente se debió a la úrea incluída en la mezcla. A nivel de finca, los mayores rendimientos de fríjol y las poblaciones más altas se obtuvieron cuando el fertilizante se aplicó en corona al aporque (es decir, aproximadamente a la sexta semana en un ciclo de crecimiento de 36 semanas). Este es el método más comúnmente utilizado por los agricultores en Ipiales. Los rendimientos de maíz más altos se obtuvieron cuando el fertilizante se aplicó al momento de la siembra en un segundo hueco al lado de la semilla, pero en este caso los rendimientos de fríjol se redujeron por la competencia del maíz. El ensayo indicó que, para aumentar los rendimientos de maíz y fríjol en Obonuco mediante la aplicación de más de 100 kg de 13-26-6/ha, sería necesario aplicar fertilizante al momento de la siembra, pero en las fincas hubo una respuesta siempre que el fertilizante se aplicaba mediante un método que no quemaba las plantas pequeñas. En Obonuco, las lluvias ligeras frecuentes evitaron la formación de una costra de fertilizante por debajo de la semilla, pero en las fincas de Ipiales, era común la sequía después de la siembra.

Durante tres años en Ipiales y en tres fincas por año, se estudiaron las dosis óptimas de fertilizante para aplicaciones en corona al primer aporque. Cada año se sembró una copia en Obonuco. En Obonuco no hubo respuesta del fríjol ni al N ni al P y el maíz sólo respondió hasta 39 kg de N (la respuesta óptima fué diferente cada año, a 13N, 39N y 65N, respectivamente). A nivel de estación los resultados de los tratamientos adicionales indicaron que los agricultores estaban, en promedio, correctos al aplicar 100 kg de 13-26-6/ha, pero por encima de esta dosis no se puede esperar respuesta en rendimiento de maíz o fríjol (Cuadro 4). Por lo tanto, con base en los resultados de la estación, la única modificación que se debe considerar en las prácticas existentes sería la aplicación de nitrógeno adicional para beneficiar al maíz.

Los resultados a nivel de finca fueron diferentes. Hubo una respuesta hasta 65N en maíz y estos altos niveles ayudaron al fríjol a recuperarse de la competencia adversa experimentada cuando el maíz respondió a la dosis más baja de 39N. El fríjol respondió al P, aunque las tasas de retorno eran menores al 100%. El fríjol también respondió al K sin perjudicar el rendimiento del maíz. Los beneficios obtenidos del N, P y K indicaron que una aplicación de por lo menos 300 kg de 13-26-/ha sería deseable y estos se confirmó mediante tratamientos adicionales.

Después de 1982B también se estudiaron intensivamente arreglos espaciales de maíz y fríjol, con el objeto de aumentar el rendimiento de fríjol y el del maíz, si fuera posible, mediante el uso de mayores densidades de fríjol menos vigoroso que Mortiño. Las líneas TIB 30-42 y 32980-1-41 dieron el beneficio neto más alto con 4F 2M (4 semillas de fríjol y 2 semillas de maíz) a 0.5m tanto a nivel de estación como a nivel de finca. Sinembargo, Frijolica 0-3.2 fué mejor a una densidad de 3F a 0.65m en Obonuco, pero a una densidad de 3F 2M a 0.5m a nivel de finca (Cuadro 5). Sinembargo, los agricultores tendieron a rechazar un espaciamiento tan reducido dentro de la hilera y prefirieron 0.8m o más. Con la imposición de esta limitación, los resultados de la estación conducirían a una recomendación de 4F a 1.0m, en tanto

que los resultados a nivel de finca conducirían a una recomendación de 3F 3M a 0.8m. Adicionalmente, la estación subestimó los beneficios de la línea TIB 30-42 en comparación con Mortiño. Cuando ambos materiales se compararon con el arreglo espacial de los agricultores (2F 4M a 1.0m), Mortiño se vió económicamente favorecido a nivel de estación pero no a nivel de finca.

En 1985B, el ensayo incluyó otras combinaciones de variedades de maíz y fríjol. Los resultados nuevamente mostraron muchos contrastes. La población de maíz precoz Pool 7 se desarrolló pobremente a nivel de estación pero en forma adecuada a nivel de finca. Por consiguiente, a nivel de estación TIB 30-42 dominó a Pool 7 y la densidad y arreglo espacial favorecido fué 4F 4M a 1.0m. A nivel de finca la competencia fué más equilibrada y la mejor combinación fué 4F 3M a 0.8m (Cuadro 6). De manera similar, Pool 7 y Morocho Blanco fueron acompañantes parecidos para Frijolica 0-3.2 a nivel de finca, pero Pool 7 no fué adecuada a nivel de estación. Para la combinación Morocho Blanco con Frijolica 0-3.2, el mejor arreglo de siembra fué 3F 4M a 1.0m a nivel de estación, y 4F 3M a 0.8m a nivel de finca. Estos resultados reflejan el mayor vigor del fríjol a nivel de estación en comparación con las fincas.

También en otros ensayos, las poblaciones de maíz precoz como Pool 7 presentaron un comportamiento pobre en Obonuco, un ambiente frío y de vientos (2710m), pero observaron buen comportamiento en partes del área objetivo por debajo de aproximadamente 2650m. En ensayos realizados por el fin de intensificar el ciclo de cultivo mediante el uso de maíz y fríjol de madurez precoz y la siembra de cebada después de su cosecha, el maíz Cundinamarca 431 dió el mismo rendimiento que Morocho Blanco a nivel de finca (2.7 ton/ha) pero mucho menos a nivel de estación (0.9 ton/ha en comparación con 2.1 ton/ha). En este caso, fué correcta la alarma preliminar indicada por ensayos en la estación, puesto que de 1983B a 1985B, Cundinamarca 431 presentó un comportamiento pobre a nivel de finca, aunque un poco mejor que en Obonuco.

En 1982B y 1983B se sembraron ensayos de tratamiento de semilla tanto a nivel de estación como a nivel de finca. Dieron resultados diferentes debido a que el marchitamiento tardío por Fusarium fué el principal problema a nivel de finca, pero los insectos del suelo parecieron ser importantes en Obonuco.

Ocasionalmente, la diferencia entre la estación y las fincas fué el resultado de problemas en la aplicación de los tratamientos a nivel de finca. En una serie de ensayos de verificación en 1984B, la intención fué adicionar benomyl a las aplicaciones foliares usadas por los agricultores pero no utilizar insecticidas. La práctica más común de los agricultores consiste en tres aplicaciones de mancozeb con metamidofos o parathion como insecticida, pero varía según las condiciones que observen en el campo. Por lo tanto, la ventaja de 103 kg/ha en fríjol (Cuadro 7), al cambiar las prácticas de fumigación, que se midió en Obonuco es realmente el efecto de la adición de benomyl. A nivel de finca ocurrió una incidencia considerable de roya. La mitad de los agricultores utilizó azufre u oxicarboxin para controlar la roya, de tal manera que el aumento medido de 52 kg/ha es

la diferencia entre diversas estrategias para el control de roya e insectos y una estrategia que controla antracnosis en forma efectiva. La estrategia de los agricultores explica por qué 32980-1-41, que es moderadamente susceptible a la roya y antracnosis, respondió menos a la nueva práctica de fumigación a nivel de finca que Frijólica 0-3.2, la cual es más tolerante a la antracnosis y a la roya. Sin embargo, a nivel de estación ocurrió lo contrario.

Obonuco es una estación experimental que se encuentra cercana a su área objetivo, similar en clima y suelos y manejada con sistemas de cultivos similares. A pesar de ello, los óptimos en dosis de fertilizante, método de aplicación de fertilizante, arreglo espacial y densidad de siembra fueron diferentes a nivel de finca y a nivel de estación. Los efectos del tratamiento de la semilla y fumigación también fueron diferentes entre fincas y la estación. Por consiguiente, se puede concluir que, en la mayoría de los casos, se obtendrían resultados diferentes para estas prácticas en comparaciones entre fincas y estación experimental. El equilibrio competitivo entre maíz y fríjol fué particularmente sensible a diferencias pequeñas en el ambiente entre Obonuco e Ipiales. Por consiguiente, las temperaturas ligeramente inferiores en Obonuco en comparación con la mayor parte del área objetivo dañaron el crecimiento de cultivares precoces de maíz a nivel de estación y desequilibraron el balance de la competencia con el fríjol de madurez precoz.

En 1982B, cuando se utilizó un campo infértil no típico de Obonuco, pero similar a las fincas, algunas resultados fueron más cercanos a los obtenidos a nivel de finca. Esto indica que la selección cuidadosa de un campo de la estación podría permitir la predicción de resultados a nivel de finca. Sin embargo, incluso en este caso (por ejemplo, Cuadro 2) se obtuvieron muchos resultados diferentes y la estrategia no es confiable.

Los resultados del estudio de cuatro años enfatizan la necesidad de desarrollar y probar desde una etapa temprana a nivel de finca prácticas de fertilización, densidad y protección de la planta. Para estas prácticas, es factible que los ensayos a nivel de estación, no importa cuán bien se realicen, sean engañosos.

Capacitación en Investigación a Nivel de Finca

En 1986 se adelantaron los cursos finales en el "Proyecto piloto de capacitación y desarrollo de redes en investigación a nivel de finca en América Latina". Estos correspondieron al curso intensivo desarrollado en el CIAT con diferentes actividades de seguimiento y la tercera y última fase del curso INIPA-CIAT de investigación a nivel de finca para fríjol en Perú.

El curso, con sede en el CIAT, se amplió a 23 en su número de participantes. Se incluyeron 13 participantes del ICA, Colombia, donde ha habido interés especial en la investigación a nivel de finca. Solamente cuatro de los participantes asistieron al curso multidisciplinario anterior; los otros recibieron un curso de nivelación de una semana sobre aspectos biológicos del diagnóstico en

fríjol. Esto también mantuvo el período de estudio corto (8 semanas en total), lo cual es deseable puesto que muchos participantes son responsables por distritos de extensión o proyectos de investigación a nivel de finca y les es difícil ausentarse por períodos largos. Las actividades de seguimiento, al cabo de cuatro a siete meses después de la terminación del curso, incluyeron una reunión de trabajo de una semana para participantes colombianos y visitas a otros participantes por parte del personal científico del CIAT.

La fase final del curso INIPA-CIAT se realizó en la sede del CIP en Lima. Asistieron 21 de los 25 participantes que estuvieron en la segunda fase; dos de quienes se retiraron de sus otros trabajos fueron sustituídos y se completó el trabajo originalmente planeado en 24 de las 25 zonas. El 82% de los ensayos planeados se sembraron y ejecutaron exitosamente (133 en total) y se planearon 214 nuevos ensayos con base en el análisis y las discusiones en el curso. Los productos más notables del curso incluyeron la integración del personal de investigación y extensión, el apoyo mutuo y un nuevo dinamismo y pertinencia en el trabajo de muchos participantes. Continuará la asesoría por parte del CIAT.

En total, se han capacitado 87 investigadores a nivel de finca en los cursos del Programa de Fríjol realizados entre 1984 y 1986 (Cuadro 8). Ahora se están preparando los planes para una nueva fase de la capacitación a nivel de finca.

Cuadro 1. Científicos que participaron en la capacitación en INF en el CIAT, por país. 1984-1986.

País (no. total de participantes)	Tipo de Institución	No. de participantes en el curso					
		CIAT 1984	CIAT 1985	CIAT 1986	Perú 1985-6	América Central 1985-6	Total
Perú (25)	Investigación	2		2	11		11[a]
	Extensión	1		1	14		14[a]
Colombia (19)	Investigación		1	5			6
	Desarrollo rural	3	1	9			13
Costa Rica (16)	Investigación	1		1		2	4
	Extensión	1	1			10	12
Guatemala (6)	Equipos de prueba de tec.	2	1			2	5
	Extensión		1				1
El Salvador (6)	Investigación		2	1		1	4
	Extensión			1		1	2
Ecuador (4)	Investigación		1				1
	Equipos de evaluación en finca	1	1	1			3
Mexico (3)	Investigación			2			2
	Enseñanza e Investigación universitaria		1				1
Honduras (3)	Investigación		1			2	3
Nicaragua (3)	Investigación					2	2
	Extensión		1				1
Rep. Dominicana (2)	Extensión	1	1				2
		12	13	23	25	20	87*

[a] Los 6 participantes peruanos en el curso del CIAT también asistieron al curso en su país. Se ha evitado el doble recuento.

Cuadro 2 . Numero y tipo de ensayos sembrados en fincas en diferentes regiones de Colombia. 1985B y 1986A.

Tipo de ensayo	Oriente de Antioquia (San Vicente) 1985B	Nariño del Sur (Ipiales) 1985B	Nariño Central (Funes) 1985B	Nariño del Norte (El Tambo) 1985B	Oriente de Antioquia (El Carmen) 1985B/1986A
Variedades					
Generaciones segregantes o líneas avanzadas	5[a]	3	6[b]	6[b]	-
Variedades de fríjol	3[a]	5[a]	-	3	-
Variedades de maíz precoz	-	2	-	-	-
Exploratorio	-	-	-	-	6[c]
Determinación de niveles económicos					
Variedades de maíz x fríjol x arreglo espacial	-	4[a]	-	-	-
Tratamiento de la semilla y del suelo	-	3	-	-	-
Fertilizantes	-	3[a]	-	-	-
Intensificación del ciclo de cultivo	-	2	-	-	-
Variedad x inoculación con Rhizobium	-	3	-	3	-
Verificación	8	11[a]	8	6	3
Manejados por agricultores	-	8	-	-	16[d]
TOTAL	16	44	14	18	25

Copia de ensayo sembrado en estación experimental cercana para comparación.
3 VEF y 3 EP en cada uno. 2 EP sembrados a nivel de finca en otras partes de Colombia.
Para propósito de capacitación, 3 en El Carmen (relevo), 3 en Marinilla (monocultivo).
Pruebas simples de hileras de nuevas variedades dentro de su cultivo.

Cuadro 2. Comparación de un ensayo exploratorio entre la estación experimental y las fincas, en un arreglo factorial 2^4. (Obonuco e Ipiales, 1982B).

	Estación Exp. Obonuco		Promedio de 5 fincas-Ipial	
	Fríjol	Maíz	Fríjol	Maíz
Control de enfermedades foliares (E)		Kg/ha		
Mancozeb (3 veces)[1]	573	2134	564	1753
Benomyl + Mancozeb (3 veces)	605	2691	877	1587
Aumento	32NS	557NS	313***	-166NS
Variedad (V)				
Mortiño[1]	479	2278	598	1757
Frijolica 0-3.2	699	2547	843	1582
Aumento	220***	269NS	245***	-175NS
Fertilizante (bajo la semilla a la siembra) (F)				
100 kg/ha 13-26-6[1]	605	1888	756	1771
400 kg/ha 13-26-6	574	2937	685	1568
Aumento	-31NS	1049***	-71*	-203*
Arreglo espacial (D)				
4 maíz 2 fríjol 1.0 x 1.0m[1]	473	2201	598	1502
2 maíz 2 fríjol 1.0 x 0.5m	705	2625	843	1836
Aumento	232***	424*	245***	334***
Interacciones significativas[2] (P = 0.05)	Ninguna	VF+	DV+,DE+	Ninguna
Interacciones significativas (0.05 = P = 0.10)	VF+, EF+	DVF+		Ninguna

1 Prácticas de los agricultores.

2 + indica que el rendimiento fué superior que la suma de los efectos simples cuando ambos factores estaban al nivel de los investigadores.

Cuadro 3. Comparación de un ensayo sobre métodos de aplicación de fertilizantes entre estación experimental y fincas. Obonuco e Ipiales, 1983B. Variedad Frijolica 0-3.2. En el ensayo se incluyó un testigo de los agricultores con la variedad Mortiño pero no aparece en el cuadro.

kg/ha 13-26-6	Posición	Momento de aplicación	Estación Exp. Obonuco				Promedio 2 fincas: Ipiales			
			Rend. de fríjol (kg/ha)	Pobl. fríjol (%)[1]	Rend. de maíz (kg/ha)	Pobl. maíz (%)[1]	Rend. de fríjol (kg/ha)	Pobl. fríjol (%)[1]	Rend. de maíz (kg/ha)	Pobl. maíz (%)[1]
RF/FDA[2]	Bajo semilla	Siembra	1353	75	3297	98	192	20	778	36
500	En banda	Aporque	1267	94	2942	85	484	60	1216	61
500	Bajo semilla	Siembra	1252	78	2576	85	440	32	1586	64
500	Sobre semilla	Siembra	1184	78	2638	95	336	43	1247	46
500	Hueco al lado	Siembra	1148	77	3557	96	445	62	1812	65
500	Corona	Aporque	1103	83	2408	91	752	66	1199	67
100[3]	Corona	Aporque	1074	70	2553	95	461	64	1263	62
DMS (10%)			186	34	1371	15	247	9	508	16

1. Plantas que sobrevivieron 8 semanas como porcentaje del número de semillas sembradas.
2. 446 de roca fosfórica del Huila + 79 fosfato diamonio + 110 urea + 50 KCl (nutrientes equivalentes a 500 kg de 13-26-6/ha).
3. Dosis y método más común de los agricultores.

Cuadro 4. Comparación de un ensayo de fertilizantes entre la estación experimental y fincas (niveles 3N x 3P + 6 tratamientos adicionales). Obonuco e Ipiales, 1983B a 1985B. Variedad Frijolica 0-3.2 para todas excepto el testigo de los agricultores.

	Fertilizante aplicado (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha) Estación Exp. Obonuco Promedio de 3 años		Rendimiento (kg/ha) Promedio de 9 fincas-Ipial (3 por año)	
		Fríjol	Maíz	Fríjol	Maíz
Promedio niveles de P	13N	930	2141	702	1689
	39N	883	2646	627	2074
	65N	884	2674	679	2392
Promedio niveles de N	11.3P	917	2399	620	2051
	34.0P	884	2430	657	2018
	56.7P	896	2633	731	2086
DMS (10%)		86	263	60	167
Tratamientos adicionales					
39N + 34P		892	2453	632	2080
39N 34P + 15K		893	2384	739	2119
300 kg/ha 13-26-6		969	2424	688	2096
300 kg/ha 13-26-6 + 20 Mg		1002	2220	706	1869
100 kg/ha 13-26-6 (testigo)		994	2668	599	1981
0 (sin fertilizante)		933	2311	454	1563
Testigo de los agricultores (Mortiño con 100 kg/ha 13-26-6)		905	2675	488	1929
DMS (10%)		150	545	106	289

Cuadro 5. Comparación entre estación y fincas de un ensayo de variedad de fríjol x arreglo espacial con maíz Morocho Blanco. Obonuco e Ipiales 1984B. Los rendimientos subrayados indican la combinación más favorable para cada variedad.

Variedad de fríjol	Distancia entre sitios (m^1)	Semillas/sitio		Rendimiento (kg/ha) Estación Exp. Obonuco		Rendimiento (kg/ha) Resultado 2 fincas: Ipiales	
		fríjol	maíz	fríjol	maíz	fríjol	maíz
TIB 30-42	0.5	4	2	1220	1290	1057	1285
TIB 30-42	1.0	4	4	755	1469	762	1116
TIB 30-42	1.0	2	4	606	1737	623	1500
32980-1-41	0.5	4	2	1666	1995	577	1359
32980-1-41	1.0	4	4	1176	1924	515	1387
32980-1-41	1.0	2	4	1008	1905	382	1540
Frijolica 0-3.2	0.5	3	2	1466	1804	821	1327
Frijolica 0-3.2	0.65	3	3	1417	1912	666	1189
Frijolica 0-3.2	0.8	3	3	1139	1673	654	1437
Frijolica 0-3.2	1.0	4	4	1175	2037	653	1401
Frijolica 0-3.2	1.0	3	4	1086	1857	562	1461
Frijolica 0-3.2	1.0	2	4	1226	2071	357	1355
Mortiño (agricultores)	1.0	2	4	885	2009	476	1346
DMS (10%)				468	474	115	305

) La distancia entre hileras siempre fué de 1.0 m .

Cuadro 6. Comparación entre estación y fincas de un ensayo de variedad de maíz x variedad de fríjol x arreglo de siembra. Obonuco e Ipiales, 1985B. Los rendimientos subrayados indican la combinación más favorable para cada variedad de fríjol.

Variedad de fríjol	Variedad de maíz	Distancia entre sitios (m)[1]	Semillas/sitio		Rendimiento (kg/ha) Obonuco Exp. Stn		Rendimiento (kg/ha) Resultado de fincas:Ipiales[2]	
			fríjol	maíz	fríjol	maíz	fríjol	maíz
TIB 30-42	Pool 7	0.8	4	3	1725	286	<u>670</u>	<u>2122</u>
TIB 30-42	Pool 7	0.8	6	4	1693	546	541	2491
TIB 30-42	Pool 7	0.8	4	4	1528	836	488	2517
TIB 30-42	Pool 7	1.0	4	4	<u>2057</u>	<u>877</u>	375	2140
Frijolica 0-3.2	Morocho Blanco	0.8	4	3	1374	1759	<u>531</u>	<u>2342</u>
Frijolica 0-3.2	Morocho Blanco	0.8	4	4	1022	2174	368	2359
Frijolica 0-3.2	Morocho Blanco	0.8	3	3	1277	1755	308	2191
Frijolica 0-3.2	Pool 7	0.8	3	3	974	1106	321	2059
Frijolica 0-3.2	Morocho Blanco	0.8	3	4	944	2306	286	2306
Frijolica 0-3.2	Morocho Blanco	1.0	3	4	<u>1422</u>	<u>2827</u>	234	2365
Mortiño (Agricultores)	Morocho Blanco	1.0	2	4	1135	2062	199	2479
DMS (10%)					278	1157	194	748

1 La distancia entre hileras siembra fué de 1.0 m.

Cuadro 7. Comparación de los rendimientos de fríjol a nivel de estación de finca en un ensayo de verificación. Obonuco e Ipiales, 1984B.

Variedad de fríjol	Control de enfermedades	Rendimiento (kg/ha) Est. Exp. Obonuco	Rend. (kg/ha) Promedio de 9 fincas:Ipiales[1)]
Mortiño	Agricultores		327
Frijolica 0-3.2	Agricultores	722	374
32980-1-41	Agricultores	716	433
Mortiño	Benomyl + mancozeb	728	450
Frijolica 0-3.2	Benomyl + mancozeb	831	445
32980-1-41	Benomyl + mancozeb	774	395
		871	
Efecto del cambio en el control de enfermedades foliares			
Mortiño			123
Frijolica 0-3.2		109	71
32980-1-41		58	-38
		14	
LSD (10%)		517	68
Efecto promedio de cambiar el control de enfermedades foliares			
Promedio del efecto de variedades		103NS	52*
Mortiño		776	388
Frijolica 0-3.2		745	410
32980-1-41		800	414
LMS (10%) para los promedios de las variedades		366	48

1] fincas para maíz

B. ECONOMIA

En el programa de fríjol la investigación en economía continúa concentrándose sobre estudios de producción, mercadeo, análisis de política y capacitación. Los estudios de producción identifican los factores limitantes a nivel de finca, evalúa nuevas tecnologías como soluciones a éstos problemas y examina la adopción por parte del agricultor de las tecnologías mejoradas del fríjol. El mercadeo es crucial en América Latina debido a que la mayoría del fríjol se produce para la venta en el mercado lo cual hace que la aceptabilidad del consumidor, el precio y la facilidad de entrada a los canales de mercadeo se conviertan en factores críticos para la adopción por parte del agricultor de las variedades mejoradas de fríjol. Cuando la política económica ejerce una influencia importante sobre el ambiente para el cual se está desarrollando la nueva tecnología de fríjol, se inicia el análisis de la política económica que afecta la producción del fríjol y su mercadeo. La mayoría de esta investigación se conduce en colaboración de los programas nacionales y el principal objetivo es el fortalecimiento de su capacidad de investigación a través de capacitación y proyectos asociados.

Estudios de producción

En 1986, se emprendieron varios estudios sobre producción con los programas nacionales. Se realizaron estudios de diagnósticos de los actuales sistemas y problemas de producción en Brasil, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, El Salvador, Nicaragua y Perú. Se están adelantando estudios de pre-adopción y la aceptabilidad por parte del agricultor hacia las nuevas tecnologías en Brasil, Colombia, Guatemala y Perú. Se adelantaron análisis de los estudios de adopción en Costa Rica y Guatemala para comprender el impacto y las limitaciones para la difusión de las nuevas tecnologías de fríjol. Se presentarán aquí resultados de los ejemplos de algunos de estos estudios.

Estudios de diagnósticos: República Dominicana

En colaboración con la Secretaría de Estado de Agricultora, se realizó una encuesta de diagnóstico de los problemas de sistemas de producción de fríjol en tres regiones de la República Dominicana: región Oriental (Higuey), región norcentral (La Vega) y región central (San José de Oca). Los resultados de las entrevistas con 90 agricultores se han analizado para emplearse en el diseño de los ensayos de tecnología para estas regiones (Cuadro 1).

La sequía es el principal problema común en todas las tres regiones y pompadour es el tipo de grano principal. En Higuey, donde el terreno es más plano, la mayoría de la producción es mecanizada, y el número promedio de hectáreas sembradas en fríjol es mucho mayor. Además, la utilización de fertilizantes y pesticidas al cultivo es una práctica universal en Higuey. Los crisomélidos se reportan como el principal problema en Higuey en tanto que en La Vega Hedylepta indicata F. (una oruga que se alimenta de la hoja) es el problema que se presenta con mayor frecuencia después de la sequía.

Cuadro 1. Características de las tres regiones productoras de fríjol en la República Dominicana.

Región	Oriente (Higuey)	Central (S. Jose de Oca)	Centro Norte (La Vega)
Tamaño finca (ha)	6	5.8	8.6
Topografía	Plana	Montañoso	Muy montañoso
Sistemas	Maiz/Fríjol; Monoc. Fríjol	Maíz/Fríjol; Monoc. fríjol	Monoc. fríjol Fríjol/Yuca
Cultivos en rotación	Maní	Maní, papa	Yuca, maíz, plantain
Preparación del terreno	Mecánico	Bueyes	Bueyes
Tipo de grano de fríjol	Pompadour; rojos	Pompadour; negros	Pompadour
Area de fríjol (ha/finca)	3.4	1.0	2.7
Fertilización (%)	100	30-40	30-40
Pesticidas (%)	90	50	50
Problemas	Sequía Crisomélidos	Sequía Falta de semilla	Sequía; Orugas herbívoras (Hedylepta indicata F.)

[a] Hedylepta indicata F.

Fuente: Datos de encuesta SEA-CIAT. Tamaño de muestra = 90

Evaluaciones de Pre-adopción

En el norte de los altiplanos del Perú y en colaboración con el INIPA se realizó una encuesta sobre la aceptabilidad por parte de los agricultores hacia la variedad de fríjol voluble Gloriabamba, liberada recientemente (una accesión de germoplasma de México). Las fincas tienen aquí en promedio 2.5 hectáreas y un 40% de éstas fincas tienen menos de una hectárea. El fríjol se produce principalmente para el consumo casero en asociación con maíz, también un cultivo de subsistencia. Los resultados preliminares obtenidos de una sub-muestra de 109 agricultores los cuáles conocían y habían utilizado la semilla de Gloriabamba, mostraron que todos los agricultores planean continuar su siembra.

Algunos agricultores ya han cultivado Gloriabamba durante dos o más años, y los datos de la encuesta demuestran que los agricultores están incrementando la cantidad que se siembra de Gloriabamba a medida que pasa el tiempo. Los agricultores que utilizaron Gloriabamba la primera vez sembraron un promedio de 0.8 kgs. de semilla en tanto que en el segundo año ellos sembraron un promedio de 5.2 kgs. de semilla y en el tercer año 10.1 kgs. de semilla. Las principales ventajas de Gloriabamba citadas por los agricultores son su rendimiento, precocidad y buen sabor (Cuadro 2). En la producción del agricultor el rendimiento de Gloriabamba en promedio es 455 kg/ha en comparación con 230 kg/ha de la variedad local principal. Mas aún Gloriabamba es 40 días más precoz que las variedades volubles tradicionales.

La desventaja más común con Gloriabamba que ha sido señalada por los agricultores es su tamaño mucho menor de semilla por lo cual recibe un precio más bajo que las variedades tradicionales, lo que representa hasta un 50% de descuento en el precio a nivel de finca. Este factor se señala solamente por una minoría de los agricultores (15%) debido principalmente al hecho de que el fríjol se consume principalmente en la finca. Estos resultados implican que debido a su rendimiento Gloriabamba podría difundirse ampliamente entre los productores de fríjol como cultivo de subsistencia, sin embargo que enfrenta un futuro más incierto entre aquellos que producen para el mercado.

Cuadro 2. Evaluaciones de los agricultores de la variedad mejorada "Gloriabamba", altiplanos del norte, Perú (resultados parciales preliminares). 1986

Características	Porcentaje de agricultores
Mayor rendimiento	77
Precocidad	67
Buen sabor	26
Mayor resistencia a enfermedades	18
Menor precio	15

Fuente: Datos de encuesta INIPA-CIAT, tamaño de la muestra = 109.

Estudios de adopción: Guatemala

Se analizaron los datos de 1985 de una muestra al azar de 234 productores de fríjol en el sudeste de Guatemala para evaluar el impacto y la difusión de las nuevas variedades de fríjol del ICTA. Entre aquellos productores que tienen fincas con un promedio de área total cultivada de 2.9 ha., el 23.8% está cultivando variedades mejoradas sobre el 24.1% de su área en fríjol. Las funciones de producción estimadas para estos agricultores demuestran que el cultivo de las nuevas variedades representa un impacto sustancial (334 kg/ha) y estadísticamente significativo sobre la producción:

$$(1)\quad RF = \underset{}{515} + \underset{(4.93)}{334}\,VAR + \underset{(2.19)}{167}\,DESH + \underset{(2.41)}{367}\,FUN + \underset{(6.53)}{4.68}\,TOTP + \underset{(2.19)}{9.88}\,TOTK$$

$$-\underset{(4.21)}{122}\,FMFS - \underset{(1.72)}{341}\,FMS,$$

$$R^2 = .32,$$

Donde

RF	=	Rendimiento del fríjol en kg/ha
VAR	=	Variable categórica al cultivar variedades ICTA
DESH	=	Variable categórica para más de una deshierba
FUN	=	Variable categórica para la aplicación de fungicida
TOTP	=	Aplicación P_2O_5 (kg/ha)
TOTK	=	Aplicación de Potasio (kg/ha)
FMFS	=	Variable categorica para el sistema maíz/fríjol o sorgo/fríjol
FMS	=	Variable asumida para el sistema maíz/sorgo/fríjol

La relación de parámetros estimados sobre errores standard se presenta entre paréntesis (valores de "t").

La función de producción también demuestra un efecto notorio del control de las enfermedades, lo que indica que la enfermedad es un factor importante limitante de la producción. Sinembargo, no se observa interacción significativa estadísticamente entre las nuevas variedades y los sistemas de cultivo (2), lo que indica que las nuevas variedades tienen el mismo impacto sobre el rendimiento independientemente del sistema, lo que hace que las nuevas variedades se desempeñen de forma neutral con relación al sistema de cultivo.

(2) RF = 525 + 291 VAR + 171 DESH + 369 FUN + 4.72 TOTP + 10.03 TOTK
(2.31) (2.22) (2.42) (6.54) (2.21)

- 132 FMFS - 369 FMFS + 30 FMFSVAR + 132 FMSVAR,
(1.61) (4.00) (0.19) (0.68)

R^2 = .32

Donde las variables y los valores de "t" se definen como en (1), excepto

FMFSVAR = Interacción de la variedad y el sistema FMFS
FMS = Interacción de variedad y el FMS

Puesto que la evidencia indica que las nuevas variedades aumentan la productividad, es importante evaluar qué factores han limitado el uso de las nuevas variedades a una proporción de 25% de los agricultores. Una función de adopción con el uso o no de las variedades mejoradas como variable dependiente encontró dos factores especialmente importantes para la determinación del cultivo de la nueva variedad por parte de los agricultores.

(3) ADOP = 0.366 + 0.647 SEM - 0.109 FAS - 0.205 PREFPREC
(8.00) (1.94) (4.06)

+ 0.012 AREACULT,
(1.19)

R^2 = .34,

donde ADOP = Variable categórica = 1 cuando se cultiva variedad del ICTA.
SEMILLA = Variable categórica = 1 cuando se utiliza semilla oficial.
FAS = Variable categórica = 1 cuando se cultiva fríjol en asociación con otros cultivos
PREFPREC = Variable categórica = 1 cuando el agricultor expresa preferencia por las variedades precoces.
AREACULT = Area cultivada en hectáreas.

La variable individual de mayor influencia sobre si los agricultores cultivan las nuevas variedades es el acceso a las fuentes

de suministro oficial de semilla, con un efecto fuertemente positivo y un error standar de estimación bajo. La preferencia expresada por los agricultores acerca de los fríjoles con maduración precoz reduce fuertemente la probabilidad de adopción de las nuevas variedades. Los mismos resultados se obtuvieron esencialmente cuando se estableció la regresión del porcentaje de área de fríjol sembrada en variedades del ICTA sobre el mismo conjunto de variables. Estos hallazgos son altamente consistentes y, producen una confirmación multivariada de un trabajo de encuesta anterior con agricultores de los cuáles se supo que habían utilizado una vez las nuevas variedades. El estudio previo encontró que la dificultad para obtener las semillas de las nuevas variedades se tradujo en una declinación rápida de su utilización, en tanto que su madurez tardía, es la principal inconveniencia señalada por los agricultores para el uso de las nuevas variedades. Estos nuevos resultados confirman la importancia de la producción de variedades mejoradas precoces, y la importancia del fortalecimiento del sistema de distribución de semilla para hacer disponible en forma más amplia las ganancias potenciales a partir de las nuevas variedades.

Los modelos de adopción se utilizaron también para evaluar la influencia de factores socioeconómicos tales como tamaño de la finca, tenencia de la tierra, nivel educativo del jefe de familia, uso de agroquímicos y acceso al crédito sobre la adopción. No se encontró variable alguna relacionada en forma significativa con la adopción.

Con base en los resultados de la encuesta sobre la proporción del área cultivada con las nuevas variedades y utilizando el estimativo de la función de producción de las ganancias del rendimiento a partir de las nuevas variedades en la producción del agricultor, se estimó en $2.060.000 U.S. el valor del incremento en la producción de fríjol en 1985 debido a las nuevas variedades y según los precios en el mercado mundial.

Políticas

Beneficios de tecnología en Brasil

Algunas de las tecnologías en fríjol pueden favorecer a los grandes agricultores (p.e. Mejoramiento de variedades para mecanización) mientras que otras pueden favorecer a los pequeños agricultores (p. e. las variedades adaptadas para cultivos asociados). Para que los agricultores de escasos recursos se benefician de nueva tecnología se ha establecido el argumento de que la investigación debe orientarse para generar tecnología orientada hacia los pequeños agricultores.

Para evaluar la distribución de los beneficios de las tecnologías alternativas orientadas hacia los pequeños o hacia los grandes agricultores, se elaboró un modelo de demanda y oferta de fríjol para Brasil teniendo en cuenta tanto los grupos productores como también entre consumidores de diferentes estratos de ingreso, para evaluar el excedente económico que resulta a partir de la aplicación del nuevo cambio tecnológico.

El modelo demuestra que los beneficios para los pequeños agricultores son altamente sensitivos en relación con el grado de tecnología aplicado, dado de que ellos pierden cuando la tecnología está dirigida ligeramente hacia los grandes agricultores, y ellos pierden substancialmente si la tecnología se torna orientada progresivamente hacia los grandes agricultores (Cuadro 3). Además, los beneficios hacia los pequeños agricultores incrementan fuertemente cuando la tecnología se dirige hacia ellos, aún en comparación con una escala de tecnología neutral. Estas ganancias para los pequeños agricultores provienen en gran parte a expensas de los consumidores. Los beneficios hacia los consumidores de escasos recursos disminuyen drásticamente cuando la tecnología se orienta hacia los pequeños agricultores, aunque los beneficios del consumidor varían solo modestamente entre una escala neutral de tecnología y la tecnología para fincas grandes.

Por lo tanto existe entonces un intercambio claro en la distribución de los beneficios hacia pequeños agricultores y consumidores de escasos recursos en la tecnología orientada a pequeñas fincas. Aunque este intercambio no está presente por sí mismo de manera tan fuerte como en el caso de la tecnología para fincas grandes, los agricultores pequeños pierden en este caso dramáticamente. Por lo tanto, la tecnología para el gran agricultor se recomienda poco, dejando a los consumidores en peores circunstancias y a los pequeños agricultores todavía mucho más en comparación con la escala neutral de tecnología, el agudo intercambio equitativo entre pequeños agricultores y consumidores de escasos recursos con la tecnología orientada para finca pequeña, confronta a los realizadores de políticas orientadas equitativamente con una elección difícil.

Adiestramiento

Economistas visitantes procedentes de El Salvador, Méjico y los países bajos terminaron el intercambio de adiestramiento en CIAT Palmira, en tanto que se supervisaron algunas tesis de estudiantes en Colombia y Guatemala. Se realizó un taller especial sobre análisis económico en Costa Rica, en tanto que el adiestramiento en las técnicas de encuestas económicas, los análisis de las encuestas y presupuestos conformó la mayor parte de los cursos de investigación a nivel de finca realizados en Colombia, Costa Rica, El Salvador, Nicaragua y Perú.

Cuadro 3. Distribución de las ganancias anuales estimadas de las tecnologías alternativas de fríjol en Brasil (Dólares E.U. 1982 x 10^3).

Alternativas Técnicas	Pequeños Agricultores	Grandes Agricultores	Cuartil de consumidores del más bajo ingreso	Cuartil de consumidores 2	Cuartil de consumidores 3	Cuartil de consumidores del mas alto ingreso	Utilidad Social bruta total
Fuerte tendencia finca pequeña	85.556	-6.434	3.844	3.454	3.454	2.507	92.381
Alguna tendencia finca pequeña	60.108	38.328	18.328	16.434	16.266	11.866	161.184
Escala neutral	38.360	76.876	30.862	27.631	27.408	19.887	221.024
Alguna tendencia finca grande	-568	79.996	29.023	26.015	25.792	18.718	178.976
Fuerte tendencia finca grande	-46.900	83.561	26.962	24.121	23.898	17.381	129.023

IV.

PERSONAL DEL PROGRAMA DE FRIJOL (Diciembre 1986)

Aart van Schoonhoven, PhD, Entomología, Líder del Programa
David Allen, PhD, Fitopatología, Coordinador Regional, Proyecto de Fríjol para Africa del Sur (con sede en Arusha, Tanzania).
Stephen Beebe, PhD, Fitomejoramiento.
John Bowman, PhD, Fitopatología, Proyecto de Fríjol para América Central (con sede en Costa Rica).
Cesar Cardona, PhD, Entomología.
Jeremy H. C. Davis, PhD, Fitomejoramiento.
Krista C. Dessert, MS, Nutrición, Proyecto de Fríjol para la Región de los Grandes Lagos (con sede en Rubona, Ruanda).
Michael Dessert, PhD, Fitomejoramiento, Proyecto de Fríjol para Grandes Lagos (con sede en Rubona, Ruanda).
Guillermo E. Galvez, PhD, Fitopatología, Coordinador Regional, Proyecto de Fríjol para América Central (con sede en San José, Costa Rica).
Willi Graf, MS, Agronomía, Proyecto de Fríjol para Grandes Lagos (con sede en Rubona, Ruanda).
Theodora C. van Herpen, MS, Economía.
Judith Kipe-Nolt, PhD, Microbiología.
Roger Kirkby, PhD, Agronomía, Coordinador REgional, Proyecto de Fríjol para Africa del ESte (con sede en Etiopía).
Julia L. Kornegay, PhD, Fitomejoramiento.
Francisco J. Morales, PhD, Virología.
Silvio H. Orozco, MS, Agronomía, Proyecto de Fríjol para América Central (con sede en la capital de Guatemala).
Douglas Pachico, PhD, Economía.
Marcial Pastor-Corrales, PhD, Fitopatología.
Veronique Schmit, MS, Experta Asociada, FAO.
Alain Maquet, Agronomía, MS, Proyecto CIAT-Gembloux.
Shree P. Singh, PhD, Fitomejoramiento.
Barry Smithson, PhD, Fitomejoramiento, Proyecto de Fríjol para Africa del Sur (con sede en Arusha, Tanzania).
Michael D. Thung, PhD, Agronomía, con sede en el CNPAF, Goiania, Brasil).
Joseph M. Tohme, PhD, Fitomejoramiento, (Asociado Post doctorado)
Peter Trutmann, PhD, Fitopatología, Proyecto de Fríjol para Grandes Lagos (con sede en Rubona, Ruanda).
Joachim Voss, PhD, Agronomía, Proyecto de Fríjol para Grandes Lagos (con sede en Rubona, Ruanda).
Oswaldo Voysest, PhD, Agronomía.
Jeffrey White, PhD, Fisiología Vegetal.
Jonathan Woolley, PhD, Agronomía, Sistemas de Cultivo.

Asociados de Investigación

Mauricio Castaño, Ing. Agr., Virología.
Jose Ariel Gutierrez, M.Sc., Fitomejoramiento.
Nohra Ruiz de Londoño, Ing. Agr., Economía.
Jorge Ortega, M.Sc., Agronomía.
Carlos Adolfo Luna, M.Sc., Economía.
Pablo Guzman, M. Sc., Fitopatología.

Asistentes de Investigación

Beltrán Jorge A., Ing. Agr., Sistemas de Cultivo.
Cortés, María Luisa, Ing. Agr., Entomología.
Cajiao, César, Ing. Agr., Fitomejoramiento.
Castillo, Jesús A., Ing. Agr., Fisiología.
Chavarro, Carlos Francisco, Ing. Agr., Oficina del Coordinador.
Duque, Aurora, Ing. Agr., Microbiología.
Erazo, Oscar, Ing. Agr., Agronomía.
Frenc, Grace, Nutritionist, Nutrición.
Guerrero, María del Pilar, Ing. Agr., Economía.
Jara, Carlos, Ing. Agr., Fitopatología.
Lareo, Leonardo, Nutricionista, Nutrición.
López, Yolanda, Biol., Mejoramiento.
Martínez, Nelson, Ing. Agr., Agronomía.
Montes de Oca, Gustavo, Ing. Agr., Agronomía.
Montoya, Carlos Aníbal, Fitopatología.
Niessen, Andrea, M.Sc., Virología.
Ocampo, Gloria Isabel, Bact., Microbiología.
Ochoa, Ivan, M.Sc., Mejoramiento.
Pino, Carlos, Ing. Agr., Fisiología.
Posso, Carmen Elisa, Biol., Entomología.
Prager, Martin, Ing. Agr., Agronomía.
Quiroz, Jairo, Ing. Agr., Mejoramiento.
Santacruz, Diego, Ing. Agr., Agronomía.
Tejada, Gerardo, Ing. Agr., Agronomía.
Trujillo Fernando, Ing. Agr., Sistemas de Cultivo.
Urrea, Carlos, Ing. Agr., Mejoramiento.
Valderrama, Hernando, Ing. Agr., Economía.

APPENDICE I. Lista de Centros e Instituciones Asociadas

CARDI	Caribbean Agricultural Research Development Institute, West Indies.
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.
CDA	Collaboration for Development in Africa.
CENARGEN	Centro Nacional de Recursos Genéticos, Brazil.
CENICAFE	Centro Internacional de Café, Colombia.
CENTA	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, San Salvador, El Salvador.
CESDA - CENDA	Centro Sur de Desarrollo, Centro Norte de Desarrollo, Dominican Republic.
CGIAR	Consultative Group for International Agricultural Research, New York, New York.
CGPRT	Course Grains, Pulses, Roots and Tuber Crops Center,
CIAB	Centro de Investigación Agrícola del Bajío, México.
CIAGOC	Centro de Investigación Agrícola del Golfo Centro, México.
CIANOC	Centro de Investigación Agrícola Norte Central, México.
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Londres, México.
CIP	Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú.
CNP	Consejo Nacional de Producción, Costa Rica.
CNPAF	Centro Nacional de Pequisa em Arroz e Feijao, Brazil.
CIPA	Centro de Investigación y Promoción Agropecuario (I and II), Perú.
CPATU	Centro de Pesquisa Agropecuaria de Trópico Umido, Brazil.

CRSP	Collaborative Research Support Program, Tanzanía
CVC	Corporación Autónoma Regional del Valle y Cauca, Colombia.
DIGESA	Dirección General de Servicios Agropecuarios, Guatemala.
DRI	Desarrollo Rural Integrado, Colombia.
EEAOC	Est. Exptl. Agrícola Obispo Colombres, Brazil.
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Brasilia, Brazil.
EMCAPA	Empresa Capichaba de Pesquisa Agropecuaria, Brazil.
EMGOPA	Empresa Goianía de Pesquisa Agropecuaria, Brazil.
EMPASC	Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Santa Catarína, Brazil.
EPABA	Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Bahía, Brazil.
ESAL	Escola Superior de Agricultura de Lauras, Brazil.
FAO	Food Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy.
FEDECAFE	Federación Nacional de Cafeteros, Colombia.
IAPAR	Fundacao Instituto Agropecuario de Paraná Brazil.
IAR	International Agricultural Research.
IARC	International Agricultural Research Centers Network.
IBPGR	International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy.
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario, Colombia.
ICARDA	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Beirut, Lebanon.
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Guatemala. Cita, Guatemala.

IDIAP	Instituto de Investigaciones Agricola Panameñas, Panama.
IICA	Instituto Interamericano para la Cooperación Agrícola, Costa Rica.
IITA	International Institute of Tropical Agriculture, Nigeria
INCAP	Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, Costa Rica.
INERA	Institut Nacional des Etudes es Rechervhes Agrícolas, Zaire.
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agrícola, Perú.
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador.
INIPA	Instituto Nacional de Investigaciones y Promoción Agraria, Lima, Perú.
INRA	Institut Nacional de Recherches Agronomiques, Guadalupe.
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, México.
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
INTA	Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria, Nicaragua.
IPA	Instituto de Pesquisa Agropecuaria, Pernambuco, Brazil.
IPAGRO	Instituto de Pesquisas Agronómicas, Brazil.
ISABU	Institut de Sciences Agronomiques du Burundi, Burundi.
ISAR	Institut Scientifique et Agronomique du Rwanda, Rwanda.
ISNAR	International Service for National Agricultural Reserach, The Hague, Netherlands.
IVT	Institut Veredeling, Tuinbouwge, wassen, Holland.

NVRS	National Vegetable Research Station, Costa Rica.
ONS	Oficina Nacional de Semillas, Costa Rica.
PCCMCA	Programa Cooperative Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos Alimenticios.
PESAGRO	Pesquisa Agropecuario - Rio, Brazil.
SADCC	Southern Africa Development Coordination Conference
SDC	Swiss Development Cooperation, Switzerland.
SEA	Secretaría de Estado de Agricultura, Dominican Republic
SEARCA	Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture.
SRN	Secretaría de Estado de Recursos Naturales, Honduras.
UEPAE	Unidad de Execucao de pesquisa de Ambito Estadual, Brazil.
VISCA	Visayas State College of Agriculture, the Philippines.
VICOSA	Universidade Federal de Vicosa, Brazil.

APPENDICE II. Lista de las accesiones G de P. vulgaris

Número	Subnum.	Identificación	Registro Local	Origen	Fuente	Especies	Subsp
2		Dorsett & Morse No. 6912	PI093303	CHI	USA	VUL	V
76						VUL	V
89		Rojo No. 20	PI150414	ELS	USA	VUL	V
677		Eyer No. 26 Aleppo	PI181892	SAR	USA	VUL	V
731		Tsib Tsinap U1	PI189012	GTA	USA	VUL	V
790		Norvell No. 2663	PI195375	GTA	USA	VUL	V
811		Gentry 104437 Higuerillo	PI197683	MEX	USA	VUL	V
858		Novell No. 3594	PI261388	MEX	USA	VUL	V
1407		Gentry 11749 Lubia Sefid	PI226660	IRN	USA	VUL	V
1540		Bakum	PI284703	SWD	USA	VUL	V
1647		Roxinho Minas	PI298114	BZL	USA	VUL	V
2006		Gentry 21021	PI310740	GTA	USA	VUL	V
2331		Gentry 21825 Amar. Enredo	PI311996	MEX	USA	VUL	V
2333		Gentry 21835 Colo. Teopisca	PI311998	MEX	USA	VUL	V
2587		Mexico 425-1 Mex-19	PI313709	MEX	USA	VUL	V
2676		Guatemala 12-A-2 Mex-48 o	PI313830	GTA	USA	VUL	V
2816		Gentry 22135 Flor de Mayo	PI319618	MEX	USA	VUL	V
2829		Gentry 22160 Apetito	PI319631	MEX	USA	VUL	V
2858		Gentry 22220 Zacaticano	PI319665	MEX	USA	VUL	V
2883		Princess of Artois	PI319861	CDA	USA	VUL	V
2959		Pecho Amarillo	GTA-014	GTA	GTA	VUL	V
3017		Mezcla	GTA-084	GTA	GTA	VUL	V
3153		De Parra	GTA-350	GTA	GTA	VUL	V
3295		Aguascalientes 92		MEX	MEX	VUL	V
3306		Puebla 10		MEX	MEX	VUL	V
3307		Puebla 10-A		MEX	MEX	VUL	V
3324		Puebla 35		MEX	MEX	VUL	V
3359		Puebla 172		MEX	MEX	VUL	V
3366		Puebla 240-A		MEX	MEX	VUL	V
3439		Zacatecas 81		MEX	MEX	VUL	V
3710		Redkote		MEX	MEX	VUL	V
3736		Alabama 1	I-981	USA	VNZ	VUL	V
3807		Brasil 2 Pico de Oro	I-1012	USA	VNZ	VUL	V
3884		Sucre 10	I-1098	BZL	VNZ	VUL	V
				VNZ	VNZ	VUL	V

Número	Subnum	Identificación	Registro Local	Origen	Fuente	Especies	Subsp
3954		WIS HBR 72	8-95	USA	CRA	VUL	V
3982		Amarillo 154	C-118	MEX	CRA	VUL	V
3997		T-51516-2-N-2	C-278		CRA	VUL	V
4000		NEP BAYO 22	C-286	CRA	CRA	VUL	V
4011		T-12-ROJO BLANCO	P-76		CRA	VUL	V
4229		STO. TOMAS 6N	N-593		CRA	VUL	V
4432		S-237-P	P-81		CRA	VUL	V
4446		Ex-Puebla 152 Brown seeded		MEX	MEX	VUL	V
4452		ICA GUALI		CLB	CLB	VUL	V
4459		NEP-2		CRA	CRA	VUL	V
4494		DIACOL CALIMA		CLB	CLB	VUL	V
4495		Porrillo Sintético		ELS	HDR	VUL	V
4498						VUL	V
4523		Ica Palmar Linea 17		CLB	CLB	VUL	V
4525		Linea 32		CLB	CLB	VUL	V
4727		Ancash 68		PER	PER	VUL	V
4738		Junin 25		PER	PER	VUL	V
4771		Puebla 158-B		MEX	MEX	VUL	V
4823		Pirata 2		BZL	BZL	VUL	V
4830		Rio Tibagi Lote 10		BZL	BZL	VUL	V
5059		H6 Mulatinho	BZL-0349	BZL	BZL	VUL	V
5066			BZL-0374	BZL	BZL	VUL	V
5173		Seleccao L-39-PB	BZL-0987	BZL	BZL	VUL	V
5201		Mexico 528	BZL-1074	MEX	BZL	VUL	V
5207		I-116	BZL-1086	VNZ	BZL	VUL	V
5272		Santo Tomas 5N	N-592	CRA	CRA	VUL	V
5473		NEP-2		CRA	CRA	VUL	V
5476		JULES		USA	USA	VUL	V
5477		Great Northern No. 1 Sel.27		USA	USA	VUL	V
5621		Diacol Calima	HDR-2154	CLB	HDR	VUL	V
5653		Ecuador 299		ECD	ELS	VUL	V
5772		Diacol Andino		CLB	CLB	VUL	V
5971		Guatemala 256	HDR-2325	GTA	HDR	VUL	V
6040		Guatemala 488	HDR-0548	GTA	HDR	VUL	V

(Continúa)

Número	Subnum	Identificación	Registro Local	Origen	Fuente	Especies	Subsp
6071		Guatemala 567	HDR-0612	GTA	HDR	VUL	V
6074		Guatemala 576	HDR-6619	GTA	HDR	VUL	V
6278		Manda Wonder		USA	USA	VUL	V
6384		Red Mexican U. I. 35		USA	USA	VUL	V
6415		Mecosta 003		USA	USA	VUL	V
6416		Montcalm 023		USA	USA	VUL	V
6499		Fogo Na Serra	RU-72-45	BZL	UTK	VUL	V
6592		Canadian Wonder		USA	NZL	VUL	V
6719		Jubila		NLD	NLD	VUL	V
7148		211-95/50 P. S.	BZL-668	BZL	BZL	VUL	V
7928		DE 45		GRC	GRC	VUL	V
8108		Kabanima S. 74	IPV-20	NGA	NGA	VUL	V
8519		Guatemala 0450	GTA-0450	GTA	GTA	VUL	V
9527		TMD-1		BZL	BZL	VUL	V
10011		Morelos 637	V-1431	MEX	UTK	VUL	V
10019		Michoacan 1002	V-1407	MEX	UTK	VUL	V
10019	A	Michoacan 1002	V-1407	MEX	UTK	VUL	V
10889		Guatemala 1382	GTA-1382	GTA	GTA	VUL	V
11024			DGD78/073	MEX	MEX	VUL	V
11027			DGD78/082	MEX	MEX	VUL	V
11027	A		DGD78/082	MEX	MEX	VUL	V
11027	C		DGD78/082	MEX	MEX	VUL	V
11032			DGD78/098	MEX	MEX	VUL	V
11032	A		DGD78/098	MEX	MEX	VUL	V
11051			DGD78/132	MEX	MEX	VUL	V
11052			DGD78/135	MEX	MEX	VUL	V

(Continúa)

Lista de Accesiones que no son P. vulgaris

Número	Identificación	Registro Local	Orígen	Fuente	Especie	Subesp.
35010	M7285A Ayocote		MEX	USA	COC	C
35122	Gentry 22522	PI325601	MEX	USA	COC	P
35145	M7689 Patolo Blanco		MEX	USA	COC	C
35149	M7708-Bulk Patolo		MEX	USA	COC	C
35171	BLANC 5	NI-015	RWD	NGA	COC	C
35172	Violet 5	NI-016	RWD	NGA	COC	C
35182	Guatemala 1076 Piloy	GTA-1076	GTA	GTA	COC	P
35336			GTA	GTA	COC	P
35337	Nanasque-Ayocote	X-16019	MEX	MEX	COC	P
35338	Acalete	X-16483	MEX	MEX	COC	P
35339	Mateado	X-16497	MEX	MEX	COC	C
35340	Mateado	X-16498	MEX	MEX	COC	C
35341		X-16499	MEX	MEX	COC	C
35342		X-16500	MEX	MEX	COC	C
35343	Ayocote	X-16504	MEX	MEX	COC	C
35344		X-16545	MEX	MEX	COC	P
35345	Ibes	X-16596	MEX	MEX	COC	P
35346	Frijolon	X-16639	MEX	MEX	COC	C
35347		X-16727	MEX	MEX	COC	P
35348	Gordo	F-012	MEX	MEX	COC	P
35349	Gordo	F-015	MEX	MEX	COC	P
35350	Exoyeman	MA-1249	MEX	MEX	COC	P
35351	Xoyeman O Acalete	MA-1301	MEX	MEX	COC	P
35352		CP-346	MEX	MEX	COC	C
35353		CP-367	MEX	MEX	COC	C
35354	Ayocote	CP-370	MEX	MEX	COC	C
35355		CP-378	MEX	MEX	COC	C
35356	Ayocote grande	CP-382	MEX	MEX	COC	C
35359	De vida 3		CLB	CLB	COC	C
35360	De vida 4		CLB	CLB	COC	P
35372	Cacha Potrerillo		CLB	CLB	COC	P
35373	Sibundoy 2	Sanudo0024	CLB	CLB	COC	P

(Continúa)

Número	Subnum.	Identificación	Registro Local	Origen	Fuente	Especies	Subsp
11060		Grullo	DGD78/151A	MEX	MEX	VUL	V
11125			DGD/HN397	MEX	MEX	VUL	V
11254		Red Mexican U.I.3	IVI-771017	USA	NLD	VUL	V
11506		Mexico 1290		MEX	ELS	VUL	V
11526		De Mata	VNZ-087		CLB	VUL	V
11766		Pajuro	BUV-067	PER	PER	VUL	V
12470		Peru 14-2 Loja	CAT-1020		ECD	VUL	V
12488		Pintado-43 Loja	CAT-1056	ECD	ECD	VUL	V
12592		Poroto	PG 0144	PER	PER	VUL	V
12666		Poroto amarillo	NAR-020	CLB	CLB	VUL	V
12669		Palomo		CLB	CLB	VUL	V
12858			PI260407	PER	USA	VUL	V
12858	A		PI26407	PER	USA	VUL	V
12858	B		PI260407	PER	USA	VUL	V
12858	C		PI260407	PER	USA	VUL	V
12891			PI417624	MEX	USA	VUL	V
12952			PI417778	MEX	USA	VUL	V
12953			PI417780	MEX	USA	VUL	V
13614		De Celaya	X-16162	MEX	MEX	VUL	V
13671		Japones	VP-163	MEX	MEX	VUL	V
13673		Mantequilla	VP-168	MEX	MEX	VUL	V
13904			PI414816	HGY	USA	VUL	V
13922		Linea 24		CLB	CLB	VUL	V
13936		Don Timoteo		SPN	CLE	VUL	V
14016		ICA Tundama		CLB	CLB	VUL	V
14307		554/2/1			MW1	VUL	V

Lista de accesiones que no son *P. vulgaris*

Número	Identificación	Registro Local	Orígen	Fuente	Especie	Subesp.
35380	M8151 Palostle		MEX	USA	COC	P
35391		X-15962	MEX	MEX	COC	P
35415	De red	X-16543	MEX	MEX	COC	P
35417		X-16559	MEX	MEX	COC	P
35452	Acalete	F-006	MEX	MEX	COC	P
35456	Exoyeman o gordo	F-443	MEX	MEX	COC	P
35458		MA-1245	MEX	MEX	COC	P
35467	Exoyeman	CP-176	MEX	MEX	COC	P
35468	Exoyeman	CP-179	MEX	MEX	COC	P
35472	Acalete	CP-229	MEX	MEX	COC	P
35473	Exoyeman	CP-230	MEX	MEX	COC	P
35481	Gordo Exoyeman	CP-332	MEX	MEX	COC	P
40034	Nayarit 13B		MEX	MEX	ACU	L