

PN-ABD-977 64028

Informe Anual 1987

Programa de Frijol

Documento de Trabajo No. 47 1988

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 (GCAI).

El presupuesto básico del CIAT es financiado por un grupo de donantes. En 1988 tales donantes son: Bélgica, Canadá, China, España, Estados Unidos de América, Francia, Holanda, Italia, Japón, México, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania, Suecia y Suiza. Las siguientes organizaciones son también donantes del CIAT en 1988: 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), 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 1987

Programa de Frijol

Documento de Trabajo No. 47 1988

TABLA DE CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	
PROGRAMA DE FRIJOL	1
HECHOS DESTACADOS EN 1987	8
II. INVESTIGACION	
A. RECURSOS DE GERMOPLASMA	14
B. ESTUDIOS AGROECOLOGICOS	26
C. DESARROLLO DE METODOS PARA USO DE GERMOPLASMA	40
1. Biotecnología	40
2. Hibridación Interespecífica	50
D. MEJORANDO EL POTENCIAL DE RENDIMIENTO	
1. Fisiología de rendimiento	57
2. Mejoramiento por rendimiento	61
E. MEJORAMIENTO DE CARACTERISTICAS: DESARROLLO DE SOLUCIONES A PROBLEMAS IMPORTANTES	
1. Limitaciones de Suelo/Nutrición	70
a. FIJACION DE NITROGENO	70
b. SUELOS ACIDOS Y CON POCO FOSFORO	82
2. Patógenos Fúngicos	88
a. MANCHA ANGULAR DE LA HOJA	89
b. ANTRACNOSIS	91
c. ANUBLO POR ASCOCHYTA	93
d. MUSTIA HILACHOSA	94
3. Patógenos Bacterianos	108
a. ANUBLO BACTERIANO COMUN	108
b. ANUBLO DE HALO	111
4. Patógenos Virales	124
a. VIRUS DEL MOSAICO COMUN DEL FRIJOL	125
b. VIRUS DEL MOSAICO DORADO DEL FRIJOL	127
c. VIRUS DEL MOSAICO ENANO DEL FRIJOL	133
d. VIRUS DEL MOSAICO AMARILLO DEL FRIJOL	134
5. Plagas Invertebradas	143
a. BRUCHIDOS	143
b. APION	145
c. EMPOASCA	146
d. MOSCA BIANCA	146
6. Adaptación	162
a. SEQUIA	162
b. TEMPERATURA/FOTOPERIODO	174
c. MADUREZ	176
d. ARQUITECTURA	178

10

7. Calidad Nutricional	179
8. Despliegue de Características	
a. FRIJOL NEGRO	189
b. FRIJOL ROJO PEQUEÑO Y ROSA/PURPURA CLARO	189
c. FRIJOL BLANCO	190
d. FRIJOL AMARILLO Y PARDO BEIGE	190
e. FRIJOL DE SEMILLA PEQUEÑA Y CREMA RAYADO	191
f. FRIJOL DE SEMILLA MEDIANA BAYO Y PINTO	191
F. HABICHUELA	193
1. Potencial Económico de la Habichuela	193
2. Mejoramiento de Habichuela	196
G. MEJORAMIENTO DE OTRAS ESPECIES DE <u>PHASEOLUS</u>	
1. <u>P. coccineus</u>	202
2. <u>P. lunatus</u>	207
H. AGRONOMIA A NIVEL DE FINCA	211
1. América Latina	211
2. América Central	222
3. Sistemas con Riego-Brasil	225
I. ECONOMIA Y CIENCIAS SOCIALES	
1. América Latina	243
III. ACTIVIDADES COLABORATIVAS DE LAS REDES	
A. VIVEROS UNIFORMES	259
B. AMERICA LATINA	
1. América Central y el Caribe	274
2. Zona Andina	278
3. Brasil	286
C. AFRICA	
1. Cooperación Interregional en Africa	317
2. Apoyo para Africa de la Sede	319
3. Proyecto Regional de los Grandes Lagos	324
4. Proyecto Regional de Africa Oriental	332
5. Proyecto Regional de Africa Meridional	347
IV. CAPACITACION	354
V. APENDICES	
A. LISTA DE INSTITUCIONES QUE COLABORAN	360
B. PERSONAL DEL PROGRAMA DE FRIJOL	364
C. PUBLICACIONES DEL PROGRAMA DE FRIJOL	366

EL PROGRAMA DE FRIJOL

El frijol es la leguminosa alimentaria más importante en América Latina y los altiplanos de África oriental y meridional, donde para cientos de millones de personas, especialmente entre los pobres, el frijol es no sólo la fuente principal de proteína alimenticia sino también uno de las fuentes principales de calorías. Hay, sin embargo, preferencias fuertes locales por muchos tipos diferenciados de granos. Los sistemas de producción también varían grandemente como resultado de diferencias considerables en regímenes de suelo/humedad/temperatura, así como en los objetivos y dotaciones de recursos de los productores. Los agricultores pobres, para quienes el capital es un recurso escaso, producen una proporción grande de frijol en sistemas de semi-subsistencia.

De los principales cultivos alimentarios, el frijol está entre los más susceptibles a las enfermedades. La productividad del frijol está limitada por una variedad de organismos patógenos y plagas. El crecimiento de la productividad ha sido lento en los trópicos donde las razas nativas de frijol tradicionalmente utilizadas por los agricultores todavía se cultivan ampliamente. El frijol frecuentemente se cultiva en forma múltiple con otros productos básicos alimentarios. Con pocas excepciones el frijol no ha sido sujeto de investigaciones exhaustivas o mejoramiento en los trópicos, donde los recursos para las investigaciones han sido generalmente magros.

La meta general del Programa de Frijol es mejorar la disponibilidad alimentaria y el ingreso para personas pobres mediante el mejoramiento de la productividad del frijol a través del desarrollo y transferencia rápida de tecnología en colaboración con instituciones nacionales de investigaciones agronómicas en países donde el frijol es uno de los alimentos importantes. La meta del Programa se alcanzará mediante la realización de tres objetivos:

1. Desarrollo de innovaciones científicas que superen las limitaciones principales de la productividad en frijol.
2. Fortalecimiento de investigaciones nacionales en frijol y de la capacidad de transferencia de la tecnología.
3. Aceleración de la transferencia de tecnología de producción de frijol a través de redes internacionales intercambiando germoplasma, metodologías científicas e información.

La estrategia del programa se enfoca en las investigaciones para el mejoramiento de la productividad del frijol; capacitación para aumentar la capacidad de investigación en instituciones tropicales de investigaciones sobre el frijol; y establecimiento de redes para acelerar la generación y difusión de una mejor tecnología de producción del frijol.

Investigaciones

La investigación en el programa está estratégicamente orientada a maximizar la repercusión en el contexto de investigaciones llevadas a cabo por otras instituciones. Los NARI tienen una ventaja comparativa en la adaptación de tecnologías a las circunstancias específicas de sistemas de producción diversos. Los institutos de investigaciones de países desarrollados son la fuente de muchos progresos en las ciencias básicas. El Programa se concentra en investigaciones aplicadas de amplia aplicabilidad, mientras también emprende investigaciones básicas o adaptativas donde esto sirve como un complemento valioso a los esfuerzos de otros, capitalizando los puntos a favor y superando las brechas.

El mejoramiento genético es el foco principal de las investigaciones del Programa dada su considerable impacto potencial y amplia adaptabilidad. El Programa recalca el mejoramiento genético de resistencia a enfermedades e insectos, mientras minimiza el uso de agroquímicos y asigna prioridad a las limitaciones importantes y generalizadas. El mejoramiento genético también se busca para el potencial de rendimiento, la resistencia a la sequía, la precocidad, la fijación de nitrógeno y la adaptación a suelos ácidos de bajo nivel de fósforo. Las investigaciones en patología, virología, entomología, fisiología, microbiología, agronomía y economía - todas interactúan con y apoyan el esfuerzo de fitomejoramiento del Programa. Mejores prácticas culturales para acompañar el nuevo germoplasma son una prioridad de segundo-orden. Las investigaciones agronómicas también se realizan para abordar problemas para los cuales las soluciones genéticas no están fácilmente disponibles.

Capacitación

La capacidad de investigación de instituciones nacionales de investigaciones agronómicas es consolidada por su coparticipación con el Programa en redes de investigaciones, así como a través de capacitación.

La capacitación se adapta estratégicamente a las necesidades individuales de programas nacionales. Los cursos de producción multidisciplinaria desarrollan la capacidad para participar en la red internacional de frijol. La capacidad de investigación de NARI se consolida a través de cursos y pasantías que enfatizan el mejoramiento y la protección de plantas. La capacitación en investigaciones a nivel de finca recibe atención principal para mejorar la definición de problemas y para la evaluación de tecnologías. Mucha de la capacitación se hace a través de cursos regionales en el país donde los capacitandos desarrollan planes de trabajo para actividades futuras. El Programa hace seguimiento a los ex-capacitandos para respaldarlos en la puesta en marcha de sus nuevas habilidades.

Establecimiento de redes

El Programa promueve activamente el intercambio de información, metodologías científicas y germoplasma. Este enfoque de red hace que los resultados de los progresos en ciencia básica sean más accesibles en una forma aplicada. Las relaciones de red entre países tropicales productores de frijol capitalizan la especialización en investigación, mientras también facilitan la transferencia horizontal de la tecnología que ellos generan.

Las redes regionales se forman alrededor de problemas comunes, con cada programa nacional individual que asumiendo la responsabilidad de liderazgo de la investigación sobre un problema específico; y los resultados de sus investigaciones se comparten entre todos los participantes de la red. Esto no sólo comprueba la confiabilidad de los datos multilocativos, sino también hace que los resultados estén rápidamente disponibles a todos los participantes. Dichas redes regional se han formado en Centroamérica, los Andes, Africa Oriental, Africa Central, Africa, así como Brasil Meridional y el Cono Sur. La mayoría de las redes tienen reuniones anuales de investigación y un comité de conducción, que coordina actividades de interés mutuo. Los intercambios al nivel continental o mundial se mantienen también a través de talleres periódicos, viveros internacionales de Frijol, y publicaciones del Programa.

Organización del programa

Para complementar estas estrategias, el Programa de Frijol ha formado una masa crítica de científicos en la sede. Este equipo interdisciplinario realiza investigaciones para hallar soluciones prácticas a los principales y más generalizados problemas de producción de frijol. La coordinación estrecha de las actividades a través de disciplinas es crucial para la estrategia de investigación del Programa: patología, virología, entomología, fisiología y microbiología trabajan estrechamente con mejoramiento en el identificación de fuentes progenitoras de caracteres deseables y en la selección de progenies para obtener una expresión alta de estos rasgos. Agronomía y economía realizan estudios diagnósticos a nivel de fincas para ayudar a fijar prioridades de diseño para la nueva tecnología y también para evaluar el comportamiento de la tecnología promisoría.

Las investigaciones se organizan primero alrededor de proyectos de mejoramiento de caracteres (por ejemplo, antracnosis, saltahojas, fijación de nitrógeno), en los cuales un mejorador trabaja estrechamente con por lo menos un especialista en la disciplina particular. Los productos de estos proyectos de mejoramiento de caracteres entonces se ponen a la disponibilidad, como progenitores, de los mejoradores del Programa, en Colombia y en el exterior así como a los NARI. Los caracteres múltiples entonces se combinan en proyectos de mejoramiento de cultivares para ocho clases diferenciadas de granos. Las poblaciones

segregantes y las líneas fijas entonces se distribuyen a los NARI y también son evaluadas en viveros uniformes por todo el equipo de la sede. Sólo a través de una masa crítica de científicos de investigación trabajando en estrecha integración puede lograrse un progreso rápido y significativo en hallar soluciones a los numerosos factores que limitan la productividad de frijol en cultivares de diversos tipos de granos y arquitectura.

El personal con sede en el exterior es un complemento esencial a las actividades basadas en Colombia. En Africa y América Latina, el personal con sede en el exterior tiene una responsabilidad importante para trabajar con los NARI en la evaluación de los mejores caracteres por su comportamiento local y en el desarrollo de cultivares mejorados con adaptación local. Además, el estudio de los principales problemas en las regiones proporcionan la información necesaria para fijar estrategias de investigación. El personal con sede en el exterior trabaja estrechamente con los científicos de los NARI en una base diaria, y las actividades de capacitación y de mantenimiento de redes son tan importantes como las investigaciones. Aunque el personal basado en Colombia dedica más esfuerzo a investigaciones, también ellos participan en gran medida en el adiestramiento y en el apoyo de redes. El personal de la sede y el exterior colaboran en proyectos de mejoramiento de cultivares, evaluación local, capacitación y establecimiento de redes.

El grueso del personal externo se encuentra actualmente ubicado en Africa, reflejando la gran importancia de la producción de frijol en Africa; el compromiso relativamente reciente del Programa para apoyar esfuerzos nacionales de investigación en Africa; y los retos que representa hallar soluciones localmente adaptadas a los diversos, a menudo intensos, y a veces únicos problemas que limitan la productividad del frijol en Africa.

Actividades específicas

La actividad central de investigación del Programa es el mejoramiento genético para superar las principales limitaciones de producción con uso mínimo de agroquímicos. La prioridad se da al mejoramiento de la resistencia a enfermedades e insectos, así como en tolerancia a la sequía, a suelos con bajo nivel de fósforo y a suelos ácidos, a la mejora fijación de nitrógeno, madurez temprana y potencial de rendimiento.

El banco de germoplasma de frijol de CIAT es un recurso clave para el mejoramiento genético. CIAT mantiene la colección más grande del mundo de accesiones de Phaseolus vulgaris, así como de antecesores silvestres y relacionadas. La evaluación de este germoplasma por rasgos útiles, el estudio de su genética, y la continuación de la colección estratégica para necesaria variabilidad proporcionan un fundamento para el esfuerzo de mejoramiento del Programa.

Dado el número grande de limitaciones de la productividad del frijol y las grandes diferencias en requerimientos de tipo de granos, hábito de crecimiento, sistemas de cultivo y ambientes de crecimiento, la división de responsabilidades y un enfoque descentralizado son cruciales a las actividades de mejoramiento del germoplasma de frijol del Programa. El mejoramiento genético se concentra en cuatro actividades:

1. Desarrollar niveles altos y estables de expresión de las características deseables para la incorporación en diversos tipos de granos.
2. Proporcionar a los NARI poblaciones híbridas de factor múltiple, de segregación masal, o líneas avanzadas según sus necesidades y solicitudes.
3. Fortalece la capacidad de los NARI en el cruzamiento y la selección.
4. Promover el intercambio regional e internacional de germoplasma promisorio.

La responsabilidad para veintidós proyectos de mejoramiento de caracteres se divide entre tres mejoradores en la sede, quienes también dividen la responsabilidad para el mejoramiento de cultivares en ocho diferentes clases de granos, correspondientes a regiones donde sus proyectos de carácter son particularmente relevantes. Las fuentes de expresión alta de caracteres se comparten y se usan como progenitores por todos los mejoradores del Programa y los NARI. La incorporación de caracteres deseados en cultivares localmente adaptados requiere una selección descentralizada la cual se logra a través de NARI fuertes.

Los NARI reciben apoyo al proporcionárseles variabilidad genética específica a través de proyectos de investigación conjuntos, y de capacitación. Los mejoradores en el exterior tienen responsabilidades específicas en el fortalecimiento de los NARI a través de adiestramiento, asistencia en la selección local, y construcción de redes regionales para que sus actividades sean complementarias.

Las responsabilidades principales de patólogos, virólogos y entomólogos son la participación en programas de mejoramiento y la convicción de estudios sobre mecanismos de resistencia de la planta hospedante, metodologías de tamizado, variabilidad patógena, biología de insectos, e intensidad e incidencia de pérdidas de cultivo. Se asigna importancia al desarrollo de una variedad amplia de fuentes genéticas de resistencia para asegurar la estabilidad de la producción a través del uso de una base genética amplia. A medida que el germoplasma de resistencia múltiple está disponible, más atención se dedica al desarrollo de estrategias integradas de control para enfermedades y plagas de insectos.

Un patólogo y un virólogo en la sede realizan investigaciones sobre enfermedades de alta prioridad y de distribución mundial (por ejemplo, virus del mosaico común del fríjol, roya, antracnosis, mancha angular y añublo bacteriano común), mientras también apoyan a los NARIs en América Latina. Los patólogos con sede en Ruanda y Tanzania apoyan a los NARI africanos y ayuda en la evaluación de germoplasma a través del uso de una base genética amplia.

El entomólogo estacionado en la sede trabaja en problemas de plagas de importancia (saltahojas, brúchidos, mosca blanca), así como aquellas de importancia netamente latinoamericana (picudo de la vaina del fríjol). El entomólogo estacionado en Africa estará principalmente preocupado con el control de la mosca del fríjol, uno de los problemas de producción más serios en Africa.

El nitrógeno es una limitación casi universal para la productividad del fríjol y un factor crítico en la fisiología de rendimiento del fríjol. Una mayor fijación biológica de nitrógeno es una tecnología de bajos insumos que puede contribuir considerablemente a la disponibilidad de nitrógeno. Un microbiólogo con base en la sede está identificando características que se pueden usar en el mejoramiento del fríjol, así como trabajando estrechamente con los mejoradores en desarrollar métodos exámen para una mejor fijación de nitrógeno. Las cepas de *Rhizobium* también se están examinando por efectividad y competitividad. Los resultados de estas investigaciones se están examinando en Africa y América Latina mediante la formación de una red en la cual algunos microbiólogos anteriormente aislados se están incentivando para trabajar estrechamente con los fitogenetistas y agrónomos.

Se han emprendido investigaciones estratégicas sobre fisiología de rendimiento, precocidad y mecanismos para la sequía para guiar a los mejoradores en búsqueda de mejoramiento genético para estas características. La prioridad se asigna a la identificación de rasgos que pueden ser útiles a los mejoradores que seleccionan por rendimiento o sequía. Estas investigaciones son llevadas a cabo por el fisiologista de la sede.

Un alta proporción del fríjol, en Africa y América Latina, se produce en suelos ácidos muy erosionados con escasa disponibilidad de fósforo y altos niveles de aluminio. Los fisiólogos en la sede están trabajando para identificar rasgos útiles para producir genotipos de fríjol superiores para optimizar la productividad del fríjol en estos suelos de fertilidad baja. Estas investigaciones integran la fisiología nutricional de toda la planta con fertilidad y química del suelo, y se coordinan estrechamente con las investigaciones sobre simbiosis de *Rhizobium*. Estas investigaciones actualmente están siendo realizadas por un becario posdoctoral.

El principal énfasis en agronomía es en los ensayos a nivel de finca de líneas nuevas para su adaptación a los sistemas de

cultivo actuales de los agricultores. También se realizan investigaciones sobre mejores prácticas culturales y sistemas de cultivo intensivos, ambos para explotar plenamente las ventajas de los nuevos genotipo; de frijol y para aumentar la productividad donde el mejoramiento genético no es la estrategia más eficiente. Debido a que gran parte de esta investigación es de naturaleza específica a las localidades, la capacitación del personal de los NARI es una actividad de alta prioridad. Hay agrónomos ubicados en Brasil, Etiopía, Guatemala, Tanzania y Uganda; mientras dos agrónomos con base en la sede son responsables de las investigaciones a nivel de finca en América del sur y de las pruebas internacionales de rendimiento, respectivamente.

La comprensión de los criterios del usuario para evaluar la nueva tecnología proporciona una guía esencial para el diseño de nueva tecnología. Los estudios de los sistemas de producción de los agricultores, sus recursos, problemas y objetivos son críticos como son los estudios sobre las preferencias del consumidor para nuevos tipos de granos. Los socioeconomistas participan con los agrónomos en la evaluación a nivel de finca de tecnologías nuevas y tienen la responsabilidad adicional de generar retroalimentación en la adopción de nueva tecnología. Un economista basado en la sede es responsable de los estudios estratégicos sobre la demanda de mejor tecnología de frijol y de la producción de datos para fijar las prioridades de investigación en América Latina. Un antropólogo en Ruanda da asistencia a África, donde el énfasis está en la evaluación a nivel de fincas de nuevas alternativas tecnológicas.

El Líder de Programa, con sede en Colombia, es responsable de la coordinación de las investigaciones del Programa, de las actividades de capacitación y mantenimiento de redes. Un Coordinador para todo el África asegura que haya uniformidad e integración de actividades a través de tres proyectos especiales separadamente financiados.

HECHOS DESTACADOS DE 1987

En 1987 se vieron cambios importantes en el programa a medida que las actividades para aumentar la productividad del frijol en Africa se ampliaron y se hicieron ajustes significativos para responder a la situación en evolución en América Latina.

Desarrollos del Programa

Después de servir como Líder del Programa con gran visión desde 1977, el Dr. Aart van Schoonhoven dejó CIAT. El Dr. Douglas Pachico, anteriormente Economista del Programa fue seleccionado Líder del Programa.

Los nombramientos nuevos consolidaron los esfuerzos del Programa en Africa. El Dr. Oghenetsevbuko Todo Edje se unió a CIAT como agrónomo de sistemas de cultivo para Africa Meridional, destacado en Arusha, Tanzania. El Dr. Charles Wortman se unió a CIAT como agrónomo de sistemas de cultivo para Africa Oriental, destacado en Kawanda, Uganda. El Dr. Barry Smithson fue transferido de su responsabilidad temporaria en Etiopía para servir de mejorador para Africa Meridional, destacado en Arusha, Tanzania.

El Dr. Roger Kirkby, ya destacado en Addis Ababa, Etiopía, fué nombrado Coordinador para todo el Africa para proporcionar uniformidad de enfoque e integración de las actividades a través de proyectos especiales separadamente financiados en Africa Central, Oriental, y Meridional. El Dr. Jeremy Davis, anteriormente mejorador del Programa en Palmira, Colombia, se convirtió en Coordinador y mejorador para el Proyecto de Africa Central, destacado en Rubona, Ruanda.

El Dr. Michael Dessert, anteriormente Coordinador Regional y mejorador para Africa Central, asumirá una responsabilidad similar en Centroamérica, con responsabilidad en San José, Costa Rica. El Dr. Guillermo Galvez, anteriormente Coordinador Regional y patólogo Regional para Centroamérica, se ha cambiado a Lima, Perú, a coordinar un Proyecto Regional Andino recientemente formado.

La Dra. Julia Kornegay fué nombrada Mejoradora del Programa en Palmira, reemplazando al Dr. Davis, y el Dr. Willem Janssen fué nombrado Economista del Programa en Palmira.

El Dr. John Bowman completó su beca post-doctoral en patología y dejó CIAT. El Dr. Jonathan Lynch se convirtió en un becario posdoctoral en Fisiología, destacado en Palmira, Colombia, mientras el Dr. Gustavo Frias fué nombrado becario postdoctoral en Patología, destacado en San José, Costa Rica.

Aspectos notables de la investigación

El bajo contenido de fósforo del suelo es quizás la limitación más generalizada de la producción agrícola en los trópicos. Debido a la escasez intensificada de tierra en África, y a la competencia de cultivos comerciales de exportación en Brasil, el frijol se está cultivando cada vez más en suelos de bajo nivel de fósforo. Mientras que algunos cultivares brasileños por mucho tiempo se han considerado tolerantes en exámenes selectivos de bajo contenido de fósforo llevados a cabo en la estación de Quilichao, Colombia, recientemente algunas líneas avanzadas de CIAT han mostrado superioridad sobre los anteriormente considerados mejores testigos en estrés de fósforo. El progreso por selección de este carácter continúa siendo gravemente impedido por la falta de un criterio adecuado de selección en generaciones tempranas. Sin investigaciones para identificar criterios de selección, lo mejor que se puede lograr es examinar líneas avanzadas para garantizar que los niveles de tolerancia disponibles en cultivares comerciales son por lo menos mantenidos.

La estrategia del programa ha recalcado el mejoramiento de las resistencias a las enfermedades, y el progreso continuo es evidente en la combinación de resistencias múltiples. De hoy en adelante sólo líneas con resistencia a BCMV así como una reacción resistente o intermedia al CBB y a la antracnosis estarán incluidas en el vivero internacional de rendimiento (IBYAN).

Mientras el progreso en mejoramiento de resistencias se ha estado acumulando con el transcurso del tiempo, en 1987, por primera vez, los materiales que vienen del proyecto de mejoramiento de potencial de alto rendimiento marcadamente superaron a todos los mejores controles en las pruebas de rendimiento preliminar (EP). Estos resultados se deben confirmar ahora en otras estaciones.

Los progresos en la identificación de fuentes de resistencia a las principales enfermedades en América Latina también están dando frutos en África. Las evaluaciones de este año en resistencia al añublo de *Ascochyta* en Popayan, Colombia y Ruerere, Ruanda mostraron claramente una fuerte semejanza en la clasificación de los materiales de frijol arbustivo, señalando que los materiales resistentes seleccionados en Popayan también se desempeñan bien en África.

El tamizado continuo por resistencia al BGMV en colaboración con ICTA en Monjas, Guatemala, ha conducido a la identificación de unas 40 fuentes nuevas de resistencia al BGMV en una diversidad de colores de semilla. Esto permitirá una expansión de la base genética de resistencia en frijol de semilla negra donde la resistencia al BGMV se ha basado considerablemente en una línea: Porrillo Sintético. Además, las fuentes nuevas se usarán en cruzamientos por el CNPAF ya que las fuentes más viejas no han sido muy efectivas en Brasil. En investigaciones

colaborativas con la Universidad de Wisconsin involucrando secuencias de genomas de ADN de aislamientos brasileños del BGMV y otros, se ha demostrado diferencias significativas en las secuencias nucleótidas, consistentes con observaciones previas de campo sobre diferencias de reacción en los aislamientos de BGMV brasileño y centroamericanos.

El picudo de la vaina del frijol causa pérdidas principalmente económicas en Centroamérica. Los estudios realizados en Honduras con la SRN mostraron que mientras no hay diferencias en las tasas de oviposición en líneas resistentes y susceptibles, poblaciones larvales significativamente inferiores fueron observadas en la línea resistente, sugiriendo que la antibiosis es el mecanismo responsable de la resistencia. Además, líneas mejoradas de frijol arbustivo han mostrado resistencia así como adaptación y buen color de semilla. Por primera vez, las líneas volubles también han sido seleccionadas por resistencia y adaptación.

Un mapa continental de la zona de producción de frijol en América Latina ha sido preparado por la Unidad de Estudios Agroecológicos de CIAT. Estos datos se están combinando con datos de suelos y de clima para caracterizar regiones productoras de frijol. Por ejemplo, resultados preliminares señalan que casi la mitad del área sembrada con frijol tiene un contenido de fósforo menor de lo adecuado (menos de 10 ppm), mientras un cuarto del área es claramente deficiente en fósforo para el cultivo de frijol (menos de 5 ppm). Dichos suelos se hallaron en Brasil, el altiplano mexicano, y la región andina. Un estudio similar de proyección se planifica para África.

Un estudio económico de la importancia y potencial de la habichuela (vainas comestibles) en los trópicos se inició en 1987. Los estudios de caso se están realizando en colaboración con programas nacionales en Brasil, Colombia, Costa Rica, Indonesia, Filipinas, Ruanda y Taiwán. Los resultados preliminares señalan que la mayoría de la producción de habichuelas está en manos de agricultores pequeños. El crecimiento de la demanda se proyecta como rápido, con un crecimiento anual de la producción de un 4% o más necesario sólo para mantener los precios constantes. Por lo tanto, la habichuela parecen ofrecer una oportunidad de ganancia de ingresos atractivos para agricultores pequeños. El primer Taller Internacional sobre Habichuela se celebró en CIAT en mayo, 1987 para formar la base de una red de investigadores en habichuela tropical.

La sequía es la causa más importante de los principales problemas de cultivo del frijol, y más del 60% del área productora de frijol sufre de sequía. Un estudio de 10 genotipos confirmó que la mayor profundidad de raíz puede ser un mecanismo efectivo de resistencia a la sequía en los suelos profundos de Palmira. Los datos de la unidad de estudios agroecológicos de CIAT sugieren que este mecanismo podría ser útil hasta en un 80%

de los suelos donde se cultiva el frijol. Aunque este mecanismo no es efectivo en los suelos ácidos de la estación de Quilichao, hubo una correlación significativa en crecimiento de raíces a través de sitios, señalando diferencias de cultivar en el crecimiento de raíces más de contrastando tipos de suelo. Además, en Quilichao un experimento de injerto halló una asociación clara entre genotipo radical y tolerancia a la sequía. Esto sugiere la existencia de características de raíz distintas a la de crecimiento de las raíces, las cuales determinan el comportamiento bajo estrés de humedad.

Además de los resultados promisorios de las características de la raíz en mejoramiento por tolerancia a la sequía, es también bien conocido que la madurez prematura (menos de 70 días) puede ser útil para evitar las sequías. La precocidad también puede ser deseable para una integración más fácil en rotaciones de cultivos y en una economía de subsistencia para obtener una cosecha prematura en una escasez alimentaria estacional. Se han identificado recientemente muchas fuentes diferentes de precocidad. Actualmente un estudio de la herencia de la precocidad en una docena de diferentes fuentes está en curso para desarrollar una estrategia de mejoramiento para transferir este rasgo en cultivares comerciales deseables.

Proyectos Regionales

Las investigaciones a nivel de finca han recibido un considerable impulso del proyecto regional de Africa Oriental. Las encuestas de diagnóstico entre agricultores acerca de sus problemas y prácticas de producción de frijol se iniciaron en Uganda con un estudio realizado por el programa nacional, mientras también se sembraron pruebas varietales de frijol a nivel de finca por primera vez. En Etiopía se apoyan las investigaciones del programa nacional sobre intensificación de sistemas de cultivo con siembra de frijol intercalado con sorgo o maíz.

En Ruanda, donde el proyecto regional de Africa Central ha participado activamente desde 1983, un logro importante ha sido el retiro reciente del agrónomo de CIAT del manejo y planificación de pruebas varietales a nivel de finca, ya que esta tarea ahora es efectuada plenamente por investigadores y técnicos de ISAR.

El Vivero Africano de Rendimiento y de Adaptación de Frijol (AFBYAN) se ha establecido para evaluar las mejores líneas disponibles de los programas nacionales en los tres proyectos regionales de CIAT en Africa. En 1987 se realizaron pruebas de AFBYAN en Etiopía, Ruanda, Uganda, Zaire y Zambia, proporcionando a los programas nacionales materiales promisorios. Por ejemplo, K20, una línea de Uganda, se clasificó como superior en rendimiento en Ruanda y segunda en Zambia.

El progreso notable del proyecto regional de Centroamérica y del Caribe se refleja en la decisión del Comité Asesor Regional (compuesto de los coordinadores nacionales de investigaciones de frijol en los 10 países participantes) para eliminar el BGMV de entre sus prioridades más altas de investigación, debido a los logros ya alcanzados en el desarrollo de variedades resistentes que están ahora generalizadas entre los agricultores de Guatemala y partes de México.

En el proyecto regional para Brasil y la zona templada de América de sur, la mayor capacidad de mejoramiento del Brasil ha conducido a una disminución en los envíos de líneas avanzadas a Brasil. Los cruzamientos han sido planificados conjuntamente por CNPAF y CIAT. CIAT produjo poblaciones segregantes y los mejoradores de CNPAF están seleccionando las líneas avanzadas. En forma similar, varios mejoradores de instituciones estatales brasileñas han recibido capacitación en CIAT, y ahora están recibiendo poblaciones segregantes de CNPAF y CIAT.

Capacitación y talleres

Las actividades de capacitación de programas se proyectan específicamente a satisfacer las necesidades prioritarias de los programas nacionales. La capacitación individualizada en disciplinas específicas se ofrece principalmente en CIAT, mientras la mayoría de los cursos de capacitación ahora se realizan en los proyectos regionales. Recientemente ha habido un énfasis importante en cursos de investigaciones a nivel de finca en Centroamérica, donde muchos materiales promisorios han sido desarrollado en-estación por programas nacionales. Estas líneas ahora tienen que examinarse a nivel de finca, y las mejores deben ser transferidas a los agricultores. La estrategia de capacitación del Programa para la región está claramente centrada en el mejoramiento de la capacidad para satisfacer esta alta necesidad prioritaria.

El CIAT trabaja estrechamente con otros centros internacionales en sus actividades de capacitación. En Africa un taller de capacitación técnica sobre investigaciones de leguminosas de granos se realizó en Ruanda y otro en Malawi, en colaboración con IITA. Un curso para agrónomos graduados en Etiopía fue co-organizado con CIMMYT, y CIAT y CIMMYT apoyaron un seminario regional para investigaciones a nivel de finca en Africa Central. En América Latina, CIAT está trabajando con CIMMYT para escribir materiales de adiestramiento para las investigaciones a nivel de finca.

El Quinto Taller Internacional de Pruebas de Frijol se celebró en CIAT, con participación de científicos de 17 países de América Latina y 7 países en Africa. El taller proporcionó un foro para el intercambio de información y experiencias y sirvió como un mecanismo de retroalimentación a CIAT.

Un Taller Internacional de Sequía de Frijol se realizó por primera vez en 1987 en CIAT reuniendo expertos en reproducción y fisiología de América Latina y Africa así como de países desarrollados, para revisar los últimos progresos en metodologías para tamizados por sequía.

Distribución varietal por programas nacionales

Brasil, Rio Grande do Sul	Capixaba Precoz (BAT2 304)
Brasil, Alagoas, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Sergipe.	EMGOPA Ouro (A 295)
Chile	Blanco Inia 87 (WAF 9)
Costa Rica	Chirripo (HT 7719)
Cuba	Siboney (NAG 20)
Honduras	Catrachita (RAB 205)
Venezuela	Montalban (BAT 58)

A. RECURSOS DE GERMOPLASMA

Acquisición-Introducción

La adquisición e introducción de germoplasma nuevo continuaron siendo una actividad principal en el manejo del banco de germoplasma de Phaseolus durante 1987. Un total de 2,145 accesiones se introdujo en el banco, del cuál casi 55% correspondió a germoplasma recogido en expediciones o donado de colecciones nacionales; el 45% restante son accesiones incluidas como materiales progenitores de origen variado (Cuadro 1).

Del germoplasma total adquirido, 85% comprendió frijol común (P. vulgaris), frijol lima de 6% (P. lunatus), 6% P. coccineus y 2% especies silvestres de Phaseolus. Tres conjuntos de germoplasma introducidos requieren mención especial: 1) la colección Búlgara corresponde principalmente a razas nativas recogidas en 1984; (2) las colecciones Africanas fueron el resultado de expediciones financiadas por IBPGR, cuya multiplicación de materiales colectados se llevó a cabo en un tercer país cuarentenario (Wellesbourne, Inglaterra, o Gembloux, Bélgica); y (3) el germoplasma de Bélgica corresponde a materiales recogidos en México y Colombia hace pocos años. Los detalles del germoplasma recogido por el colector de CIAT en México, Guatemala, Costa Rica y Perú están incluidos en la sección titulada Colección.

Estado de la colección de Phaseolus

Con el nuevo germoplasma adquirido durante 1987, la colección de Phaseolus actualmente comprende alrededor de 40,000 accesiones (Cuadro 2). El germoplasma de especies silvestres aumentó enormemente en el último año; sin embargo, otras especies cultivadas con excepción de P. vulgaris no aumentaron en forma notoria.

De las casi 23.000 accesiones de germoplasma incrementadas y/o disponibles, un 90% es de P. vulgaris, 7% de otras especies cultivadas, 2% de especies silvestres ancestrales y cerca de un 0.3% de especies silvestres no-ancestrales.

Aumento - Multiplicación

El aumento de germoplasma nuevo en el invernadero y en la casa de malla sumó un total de 2,436 accesiones, de las cuales un 82% correspondió a P. vulgaris, 8% a P. lunatus y P. coccineus, y cerca de 10% a las especies silvestres.

El porcentaje más alto de materiales incrementados fue de Europa (33%), seguido por Centroamérica (18%) y América del sur (18%); el germoplasma de Africa se había multiplicado anteriormente en Wellesbourne (Inglaterra) y Gembloux (Bélgica).

En las estaciones de CIAT en Palmira, Popayan y Dagua un total de 5,467 accesiones se sembró, incluyendo materiales que siguieron el incremento inicial post-cuarentenario (9%), la multiplicación de germoplasma ya almacenado en el banco (55%), y la caracterización de la colección (36%).

Caracterización

La búsqueda de semejanzas entre grupos de germoplasma se facilita a través de la descripción de semillas (color, brillo, tamaño, forma, dureza, etc.), así como caracterización en campo de los fenotipos de planta. El objetivo es medir la variabilidad disponible en la colección almacenada en la Unidad de Recursos Genéticos, para proporcionar información más completa acerca de la especie a los investigadores de frijol. La primera división principal de grupos de germoplasma se basa en el color de la testa y en el hábito de crecimiento de la planta (Cuadro 4), lo cual señala que el frijol de color blanco y negro es el más común en la colección, seguido por los de color crema, amarillo, y rojo. Asimismo, el hábito de crecimiento III es el más común seguido por tipo IV y tipo I; el tipo II aparece con menos frecuencia en la colección. Al dividir el germoplasma en grupos usando una combinación de color de la testa y hábito de crecimiento, el orden de frecuencia de alto a bajo es como sigue: crema - tipo III, seguido por blanco tipo I, negro tipos II, III, IV, rojo tipo III y blanco tipo III. La combinación de todos los colores con el tipo II es la menos frecuente salvo los negros. Se están refinando los grupos usando análisis y electroforesis de conglomerados.

Servicio de distribución de semillas

Un total de 9,004 accesiones de Phaseolus se distribuyó a 33 países para cumplir 66 solicitudes (Cuadro 5). La mayoría de las solicitudes por germoplasma vino de Africa (43%), seguida de Europa (17%), y América Central - América del sur (13%). La mayor parte del germoplasma solicitado fue de *P. vulgaris* (83%), seguido por *P. lunatus* (6%), *P. acutifolius* (4%), *P. coccineus* (3%), y (4%) especies silvestres.

El Programa de Frijol en CIAI-Palmira también está solicitando activamente y usando el germoplasma disponible en el banco. Las diferentes disciplinas en el Programa de Frijol recibieron un total de 31,780 muestras durante 1987 (Cuadro 6).

Colección

La Unidad de Recursos Genéticos continuó expandiendo la base genética de los diferentes cultivos de frijol, a través de la colección y estudio (en sus habitats nativos) de razas nativas primitivas de las cinco especies cultivadas, sus formas silvestres ancestrales, y las especie silvestres de Phaseolus.

Además de su valor potencial para los mejoradores (e.g. búsqueda de resistencia a brúchidos), los ascendientes silvestres también se pueden usar como marcadores evolutivos, los que aumentarán la comprensión de los miles de accesiones mal documentadas de las cinco especies cultivadas.

Los análisis de faseolina llevados a cabo en cooperación con el BRU de CIAT y los estudios anteriores sobre caracteres morfológicos han indicado que varias regiones del Perú actúan como zonas de transición entre el centro del Norte andino y el centro del Sur Andino de diversificación primaria. Los tipos semidomesticados, y las zonas donde podía haber ocurrido una posible introgresión natural fueron las variables consideradas durante el trabajo de campo en estas zonas.

Un estudio sobre centros secundarios de diversificación se inició para evaluar la relativa novedad de esa diversidad, usando caracteres morfológicos y el marcador de faseolina. Este estudio empleó la colección africana de frijol cultivado común disponible en la Unidad de Recursos Genéticos.

Resultados

Tres exploraciones de campo se llevaron a cabo este año dando lugar a un total de 307 muestras que representaban 32 especies o taxa diferentes.

Todos los datos de la colección se introdujeron en una base de datos. Después de la compilación de datos de las accesiones de las actuales posesiones en el GRU, fue posible preparar un conjunto de mapas que mostraban la distribución real de las accesiones de semilla para cada una de las especies de Phaseolus. El conocimiento de la distribución potencial de cada especie de Phaseolus (proporcionado por datos de herbario también procesados en una base de datos) permitió a los investigadores llenar las brechas en la diversidad genética de una manera más adecuada.

Costa Rica

Un trabajo de campo se llevó a cabo junto con la Estacion Experimental Fabio Baudrit de la Universidad de Costa Rica.

Los siguientes 46 materiales se recogieron en la parte central del país donde la erosión genética es más grave.

Especie	No. de accesiones
<u>Phaseolus leptostachyus</u>	2
<u>P. lunatus</u> (silvestre)	14
<u>P. oligospermus</u> (material tipo)	1
<u>P. polyanthus</u>	1
<u>P. tuerckheimii</u>	6
<u>P. vulgaris</u> (silvestre)	2
<u>P. vulgaris</u> (semidomesticated)	2

<u>P. sp.</u> (híbrido natural con <u>P. polyanthus</u>)	1
<u>P. sp.</u> (taxon nuevo, complejo <u>P. striatus</u>)	11
<u>P. sp.</u> (taxon nuevo, complejo <u>P. coccineus</u>)	1
<u>P. xanthotrichus</u>	5

Los hallazgos más interesantes del estudio de Costa Rica fueron:

- la presencia de P. vulgaris silvestre en Costa Rica donde no se había registrado anteriormente. Cuando se analice bioquímicamente, este material podrá decirnos lo que sucedió en esa parte de Centroamérica, una zona para la cuál especialmente carecemos de datos evolutivos.
- la existencia de un taxon nuevo en el complejo P. striatus (frijol silvestre con flores púrpuras) con germinación epigeal, por lo tanto vinculado con P. polyanthus y P. vulgaris.

Perú

El trabajo de campo se realizó en Perú junto con el Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA). Varias partes de Junin y Apurímac se visitaron, en una búsqueda de las formas ancestrales de los numerosos tipos de faseolina hallados hasta el presente en P. vulgaris cultivado. Se recogieron 176 muestras:

Especie	No. de accesiones
<u>P. augusti</u>	4
<u>P. lunatus</u> (razas nativas)	4
<u>P. lunatus</u> (silvestre)	1
<u>P. pachyrrhizoides</u>	17
<u>P. vulgaris</u> (razas nativas)	139
<u>P. vulgaris</u> (semidomesticado)	3
<u>P. vulgaris</u> (silvestre)	7
<u>P. sp.</u> (próximo a <u>P. pachyrrhizoides</u>)	1

Los hallazgos más interesantes de las colecciones peruanas fueron:

- P. vulgaris silvestre. Tiene semilla grande en comparación con las formas mesoamericanas, aunque morfológicamente no son equivalente a P. vulgaris v. aborigineus que se extendiera desde el Cuzco hacia el sur.
- P. vulgaris semidomesticado. Se observaron dos clases de materiales--formas escapadas presentes en campos cultivados, y tipos que crecen en habitats ruderales junto con formas silvestres verdaderas.
- P. lunatus silvestre. Se hallaron en las colinas orientales andinas y son morfológicamente diferentes a las formas interandinas observadas en otros sitios. Hay por lo tanto

dos frijoles lima silvestres (P. lunatus) en Perú, de los cuales sólo uno había sido domesticado.

- razas nativas de P. vulgaris. Están desapareciendo de esa región, a medida que el tamaño de las mezclas se torna más pequeño y los colores más claros se están convirtiendo en dominantes--una sustitución progresiva por variedades introducidas está teniendo lugar.

México

El trabajo de campo se llevó a cabo conjuntamente con la Unidad de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Un total de 85 muestras se recogió de varios sitios en México central, los cuales están experimentando cambios de vegetación natural importantes y relativamente recientes.

Especie	No. de accesiones
<u>P. acutifolius</u> v. <u>tenuifolius</u>	2
<u>P. chiapasanus</u>	*1
<u>P. coccineus</u> (silvestre, varios taxa)	21
<u>P. microcarpus</u>	2
<u>P. marechalii</u>	2
<u>P. maculatus</u>	15
<u>P. leptostachyus</u>	1
<u>P. hintonii</u>	*8
<u>P. esperanzae</u>	10
<u>P. oaxacanus</u>	*2
<u>P. pedicellatus</u>	4
<u>P. perplexus</u>	*5
<u>P. pluriflorus</u>	1
<u>P. polymorphus</u>	2
<u>P. sp.</u> (2 taxa)	*2
<u>P. vulgaris</u> (silvestre)	6
<u>P. xolocotzii</u>	*1

Importantes hallazgos en este estudio incluyen:

- por primera vez, el germoplasma está ahora disponible para seis especies más (marcadas *).
- el material adicional de P. vulgaris silvestre hallado en Guerrero, Oaxaca, y Puebla confirmaría observaciones anteriores acerca de que los materiales de P. vulgaris silvestre presentes en la Huateca son materiales escapados más recientes.
- varios materiales de P. coccineus no se pueden considerar como ascendientes verdaderos del frijol ayocote .
- las especies en mayor peligro de extinción (P. chiapasanus, P. esperanzae, P. marechalii, P. perplexus, P. xolocotzii)

en esa lista son aquellas que no pueden sobrevivir en habitats boscosos perturbados. Se ha establecido una lista de sitios para la conservación in situ de varias especies.

Africa

El estudio permanente de la colección africana de CIAT hasta el presente ha dado lugar a las conclusiones siguientes:

- una parte importante de esta colección está constituida de líneas mejoradas.
- una proporción baja de la colección (5%) está compuesta de fenotipos raros según se juzga por los caracteres de color de semilla inusuales (verde, citrine, pulpa, gris).
- la mayoría de los tipos de faseolina hallados hasta el presente (Kenya y Malawi) es de tipos 'T', seguidos por el tipo 'C'; sólo unos pocos tipos de 'S' se han hallado, principalmente en 'panamitos'. Ningún recombinante se ha descubierto hasta el momento, ni tampoco tienen otros tipos.
- la mayoría de los diferentes genotipos se habría introducido de los Andes Meridionales, probablemente indirectamente vía España y Portugal.

Cuadro 1. Accesiones de Phaseolus adicionadas al banco de germoplasma en 1987.

Región	<u>P.</u> <u>vulg.</u>	<u>P.</u> <u>lun.</u>	<u>P.</u> <u>cocc.</u>	<u>P.</u> <u>acut.</u>	<u>P.</u> <u>wild</u>	Otras
América del Norte						
Estados Unidos	139	-	-	5	-	26
Subtotal	139	-	-	5	-	26
América Central						
Costa Rica	29	-	-	-	30	17
Guatemala	16	9	59	-	-	50
México	296	-	-	-	69	-
Subtotal	341	9	59	-	99	67
Caribe						
Puerto Rico	1	-	-	-	-	-
Subtotal	1	-	-	-	-	-
América Andina del Sur						
Bolivia	64	3	2	-	-	13
Colombia	57	60	32	-	2	1
Ecuador	7	-	-	-	-	-
Perú	137	46	8	-	20	1
Subtotal	265	109	42	-	22	15
América del Sur no Andina						
Argentina	16	-	2	-	-	-
Brasil	106	-	-	-	-	-
Subtotal	122	-	2	-	-	-
Europa						
Bélgica	22	2	5	-	40	2
Bulgaria	411	-	-	-	-	3
Francia	6	-	-	-	-	-
Portugal	105	-	16	-	-	-
Rumanía	-	-	10	-	-	-
Subtotal	544	2	31	-	40	5
Africa						
Burundi	86	-	-	-	-	-
Madagascar	6	-	-	-	-	-
Malawi	72	-	-	-	-	-
Ruanda	32	-	-	-	-	-
Zaire	78	-	-	-	-	-
Subtotal	274	-	-	-	-	-
Asia-Oceania						
Turquía	37	-	-	-	-	-
Subtotal	37	-	-	-	-	-
TOTAL	1,723	120	134	5	161	113

Cuadro 2. Estado de la colección de frijol de la Unidad de Recursos Genéticos de CIAT hasta diciembre 1987.

Especie	No. de accesiones	
	Introducidas	Aumentadas
<u>P. vulgaris</u>	34,665	20,743
<u>P. vulgaris</u> silvestres ancestrales	410	357
<u>P. lunatus</u>	2,835	844
<u>P. lunatus</u> silvestres ancestrales	97	41
<u>P. coccineus</u> subsp. <u>coccineus</u>	928	439
<u>P. coccineus</u> subsp. <u>polyanthus</u>	460	246
<u>P. coccineus</u> silvestres ancestrales	102	24
<u>P. acutifolius</u>	143	116
<u>P. acutifolius</u> silvestres ancestrales	57	57
Silvestres no cultivadas		
<u>P. angustissimus</u> , <u>P. leptostachyus</u> ,		
<u>P. esperanzae</u> , <u>P. filiformis</u> ,		
<u>P. glaucocarpus</u> , <u>P. pauciflorus</u> ,		
<u>P. glabellus</u> , <u>P. grayanus</u> ,		
<u>P. jaliscanus</u> , <u>P. macrocarpus</u> ,		
<u>P. macrolepis</u> , <u>P. maculatus</u> ,		
<u>P. pedicellatus</u> , <u>P. polystachyus</u> ,		
<u>P. pluriflorus</u> , <u>P. pachyrrhizoides</u> ,		
<u>P. polymorphus</u> , <u>P. scabrellus</u> ,		
<u>P. ritensis</u> , <u>P. ovalifolius</u> ,		
<u>P. tuerckheimii</u> , <u>P. wrightii</u> ,		
<u>P. anahuacensis</u> , <u>P. floribundus</u> ,		
<u>P. neglectus</u> , <u>P. striatus</u> ,		
<u>P. xanthotrichus</u> , <u>P. parvulus</u>	307	61
Total	40,005	22,928

Cuadro 3. Frecuencia por país de germoplasma nuevo de Phaseolus aumentado y/o rejuvenecido en el invernadero de CIAT en 1987.

Región/País	No. accesiones
América del Norte	
Estados Unidos	171
Subtotal	171
América Central	
Costa Rica	45
Guatemala	8
México	439
Subtotal	492
Caribe	
Rep. Dominicana	6
Subtotal	6
América Andina del Sur	
Colombia	135
Ecuador	12
Perú	313
Subtotal	460
América del Sur no Andina	
Argentina	40
Brasil	138
Subtotal	178
Europa	
Alemania Oriental	97
Bélgica	49
Bulgaria	460
Francia	9
Países Bajos	1
Portugal	177
Subtotal	793
Africa	
Burundi	97
Madagascar	6
Malawi	75
Kenya	2
Ruanda	37
Africa del Sur	28
Tanzania	4
Zaire	87
Subtotal	336
TOTAL	2,436

Cuadro 4. Distribución porcentual del germoplasma disponible de P. vulgaris, según color de la semilla y hábito de crecimiento (1987).

Hábito	Color de semilla (%)							Total	
	Blanco	Crema	Amarillo	Pardo	Rosa	Rojo	Púrpura		Negro
I	7.2	3.7	4.9	1.2	1.2	2.0	1.7	1.6	23.5
II	1.6	1.1	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	7.2	11.9
III	6.3	8.0	3.2	1.5	1.9	6.7	2.0	6.9	36.5
IV	5.3	5.8	3.0	1.6	1.4	2.3	1.7	6.2	27.3
Total	20.4	18.6	11.5	4.7	4.8	11.4	5.9	21.9	100.0

Cuadro 5. Distribución de semilla de Phaseolus fuera de CIAT (1987).

Región	No. de países	No. de pedidos	No. de accesiones
América del Norte	2	12	404
América Central	5	6	1,192
Caribe	4	3	480
América del Sur-Andina	3	13	1,119
Europa	6	16	1,549
Africa	7	9	3,871
Asia-Oceania	6	7	389
Total	33	66	9,004

Cuadro 6. Distribución de semilla de frijol dentro de CIAT (1987).

Programa	No. de pedidos	No. de accesiones
Fitomejoramiento I	14	14,001
Fitomejoramiento II	49	7,407
Fitomejoramiento III	15	1,982
Fisiología	11	3,086
Entomología	18	3,976
Virología	15	357
Pathología	8	180
Economía	1	4
Microbiología	2	3
Sistemas Agrícolas	2	25
Biotecnología	11	333
Total	146	31,780

B. ESTUDIOS AGROECOLOGICOS

La Unidad de Estudios Agroecológicos UEA tiene como principal objetivo recoger, administrar y analizar información sobre las áreas de interés de los programas de CIAT. Esta información incluye datos sobre suelos y clima así como datos relacionados con sistemas de cultivo y factores socioeconómicos.

Durante los últimos años, la UEA ha desarrollado un enfoque jerárquico para la definición del área de interés y la colección de datos. El nivel más alto de esta definición está formado por un estudio continental de la geografía de los cultivos; define su distribución y, al combinar esta distribución con la información obtenida sobre los suelos y el clima, se compila un catálogo de los ambientes de cultivo existentes.

Este catálogo se usa entonces para producir una clasificación de los ambientes en los cuáles se halla el cultivo. Saber la cantidad de cultivo que se puede hallar en cada subclase ambiental es una ayuda potencial enorme para este proceso. La clasificación entonces se puede usar para subdividir el área de interés en unidades homogéneas que resultarán útiles para el posterior manejo de datos adicionales sobre el área. Estas unidades son las microrregiones; ellas constituyen la base para almacenar distinta información sobre sistema de cultivo, como por ejemplo fechas de siembra, incidencia de plagas, cultivares usados y asociaciones de cultivos; también datos socioeconómicos relevantes tales como el tamaño de las fincas, la distancia a los mercados, los tipos de tenencia, etc.

La última etapa puede destinarse a la realización de estudios detallados dentro de ciertas zonas estrictamente definidas con el objeto de refinar los datos y dar respuesta a ciertos problemas específicos consultados por miembros del Programa de Fríjol.

Este informe discute la primera etapa de este proceso para el cultivo de fríjol en América Latina, la cual ha mantenido ocupada a la UEA durante 1987 y actualmente está casi completa. Hace algunos años se realizó una encuesta continental de fríjol en América Latina (Informe Anual CIAT 1978-79) la cual ha producido información útil sobre algunos aspectos climatológicos del cultivo de fríjol; sin embargo, se demostró que ésta era imposible de digitalizar y muy difícil de asociar con la información de suelos. Por otra parte, como la información tiene casi 10 años, se decidió repetir el proceso usando las mejores técnicas disponibles en la actualidad.

Estudio continental de la distribución del fríjol en Latinoamérica

Para cada país, se extrajo información sobre la zona de producción de fríjol Phaseolus, con base en todas las fuentes disponibles. Estas incluyeron censos nacionales agrícolas,

estadísticas de producción agrícola, publicaciones regionales de extensión e información personal de científicos del CIAT y de los programas nacionales.

Mediante puntos se construyó una representación de la distribución del frijol la cual luego se hizo coincidir con el Mapa FAO de Suelos del Mundo.

Se identificaron los tipos importantes de suelo con las propiedades físicas y químicas tabuladas para los tipos de suelo incluidos en la distribución. Para esto se usó información sobre perfiles de suelo representativos y análisis de laboratorio.

El archivo sobre la distribución del frijol con los tipos de suelos así identificados se fusionó con las propiedades tabuladas para los suelos. Los datos de clima se fusionaron con el archivo de identificación de la distribución de suelos. (Para información detallada sobre metodología, consultar la Sección sobre Agroecología de CIAT).

Resultados

Se presentan algunos resultados preliminares de las características de los suelos latinoamericanos para el cultivo del frijol. Los análisis de la información climatológica, y en particular sobre los efectos conjuntos de clima y suelo todavía se están procesando y se informará posteriormente sobre sus resultados.

Las figuras 1 a 8 muestran la distribución de zonas de frijol clasificadas por ciertas propiedades del suelo. La mayoría de los suelos de cultivo de frijol parecerían tener niveles adecuados de potasio si asumimos que los niveles de 0.2 a 0.3 me 100g-1 son suficientes para el cultivo de frijol. Sin embargo, alrededor de un 15% de los suelos son muy deficientes (menos de 0.1 me 100g-1). Estos se encuentran principalmente en Brasil (Figura 1).

La sección de fisiología de frijol ha informado anteriormente sobre un mecanismo efectivo de tolerancia a la sequía que opera mediante un enraizamiento más profundo y una extracción más eficiente del agua. Aparentemente (Figura 2), esto puede ser ineficaz en casi un 20 % de los suelos de cultivo del frijol donde la profundidad potencial de enraizamiento está restringida a menos de 35 cm. Se están realizando algunos estudios adicionales sobre la interacción entre la profundidad de enraizamiento y la textura del suelo con el clima.

La materia orgánica del suelo (Figura 4), el nitrógeno total (Figura 3) y el pH (Figura 6) afectan la eficiencia de fijación de nitrógeno de Rhizobium, tanto a través de los efectos directos del pH como por las tasas de mineralización del nitrógeno. Estos efectos también son modificados por el clima. Ningún intento se ha hecho aún para analizar estos efectos combinados pero la

información archivada permitirá realizar dicho análisis en el futuro.

La Figura 5 muestra los niveles de fósforo disponible en los suelos latinoamericanos cultivados con frijol. Los datos sobre niveles de fósforo se obtuvieron de una variedad de pruebas de laboratorio pero se realizaron esfuerzos para corregir las lecturas a una equivalencia con Bray II. Aparentemente, cerca de la mitad de la zona sembrada con frijol posee niveles adecuados de fósforo, con más de 10 ppm. Cerca de una cuarta parte de la zona se podría beneficiar de la fertilización con fósforo o con el uso de variedades con mayor eficiencia en el uso de este elemento. Estas son zonas con 5 a 10 ppm. La cuarta parte restante de las zonas de frijol es deficiente en fósforo para el cultivo de frijol. Una proporción significativa de estas zonas se halla en suelos altamente ácidos en Brasil (Mapas 2 y 3). Sin embargo otras zonas importantes en Colombia y México no se relacionan con un bajo pH. Estos suelos son principalmente Andosoles que tienen un pH moderado y niveles altos (hasta 3000 ppm) de fósforo total pero los cuáles, por causa de la presencia de minerales de arcilla amorfos fijan altas cantidades de fósforo.

La distribución total del frijol latinoamericano se muestra en el Mapa 1. Actualmente, los archivos guardan un acervo considerable de datos sobre suelos y clima para la descripción de estas zonas. Todavía es necesario realizar muchos análisis y el próximo reto será la construcción de una clasificación ambiental útil. Esto se hará en estrecha colaboración con el equipo de científicos de frijol.

Figura 1. Potasio

x HA. FRIJOL

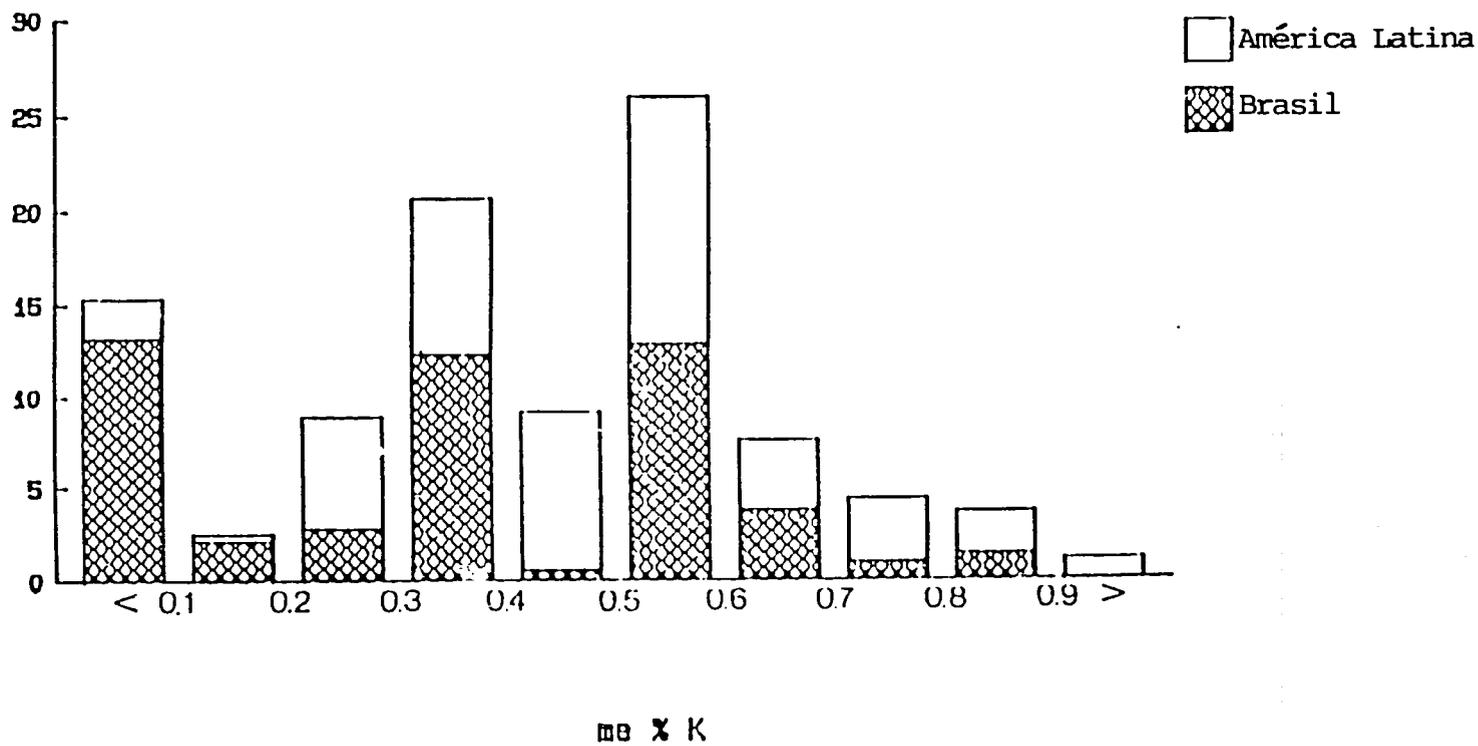


Figura 2. Profundidad estimada de enraizamiento

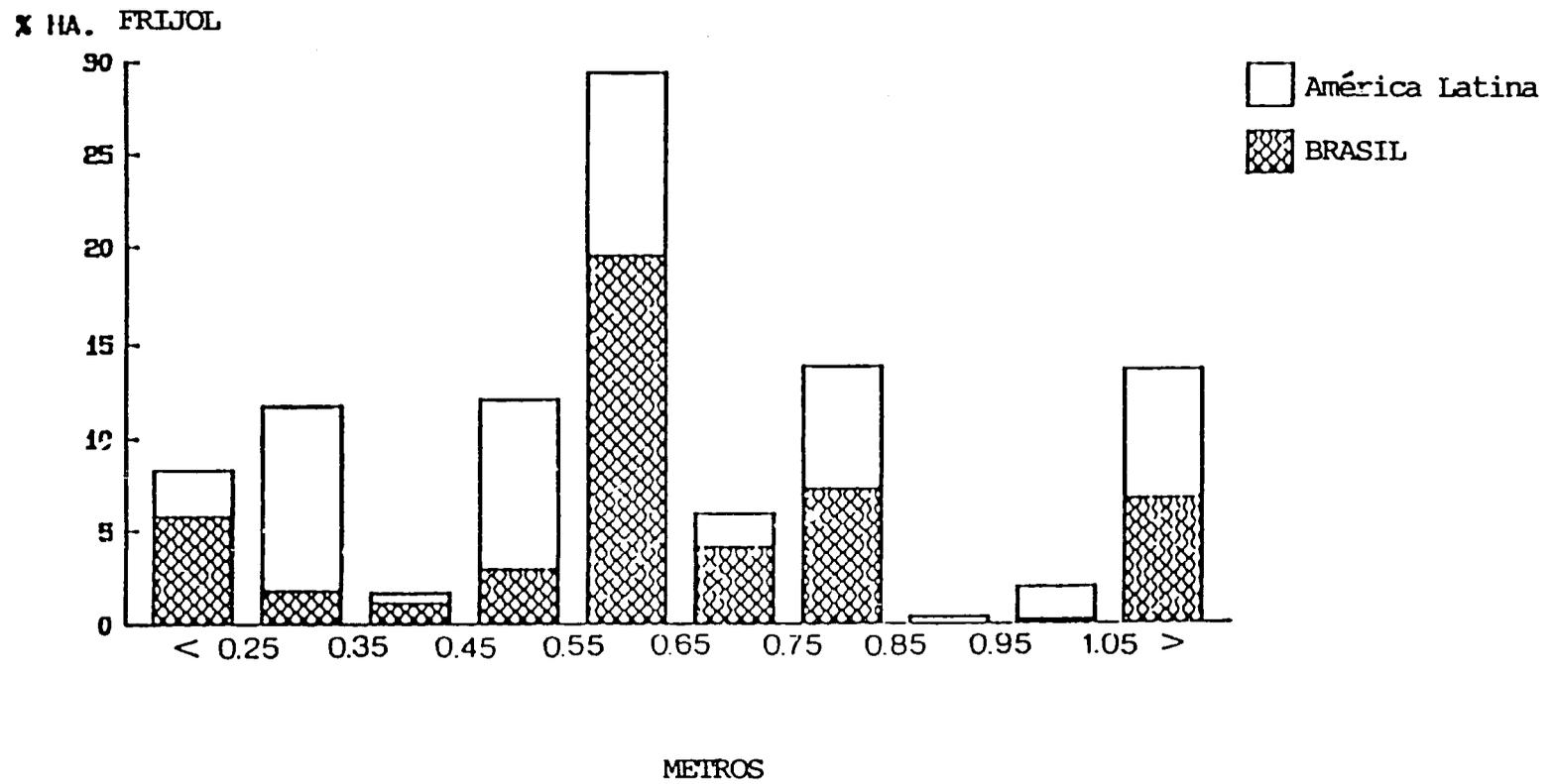


Figura 3. Nitrógeno Total del Suelo

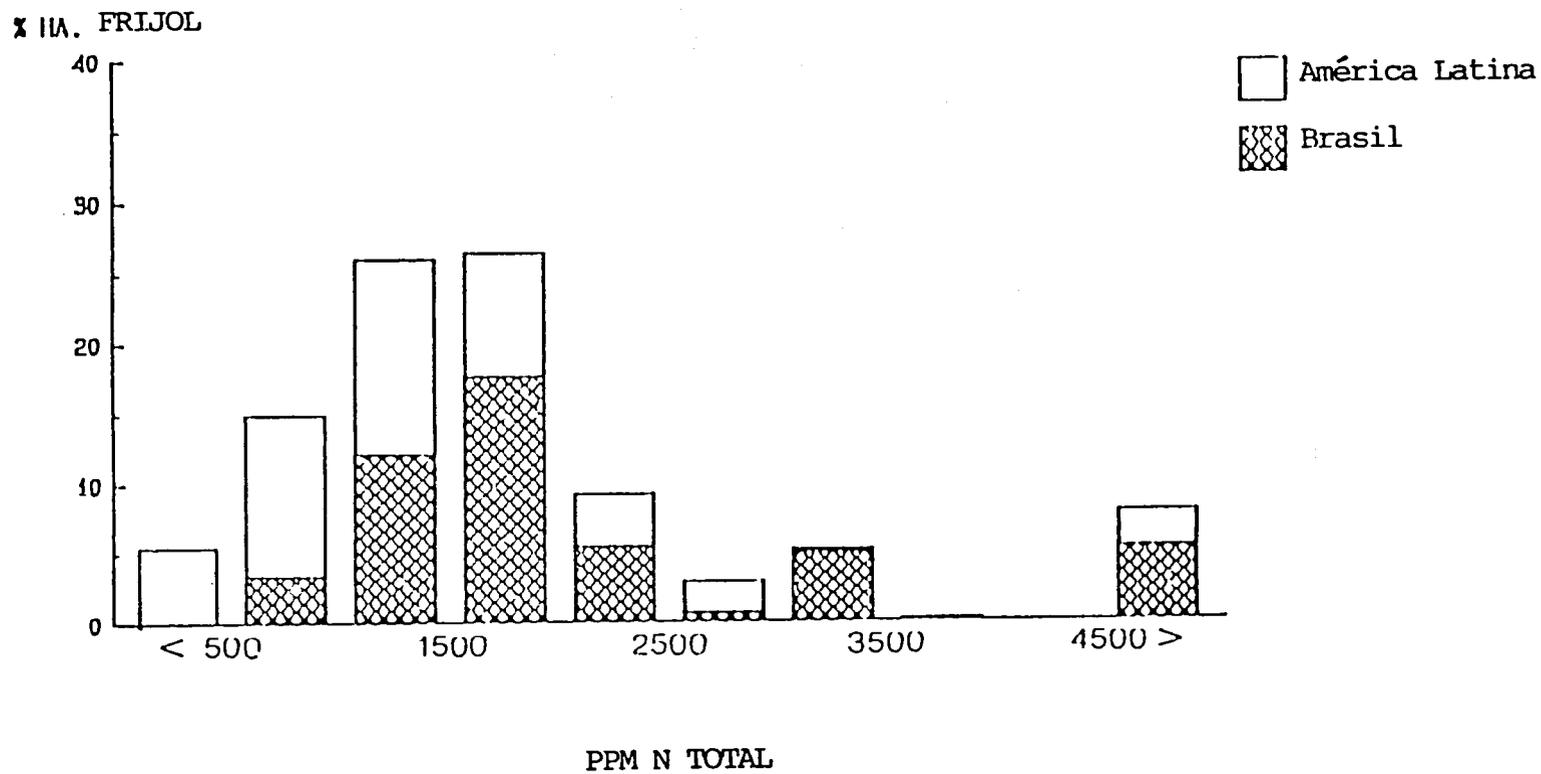


Figura 4. Materia orgánica del suelo

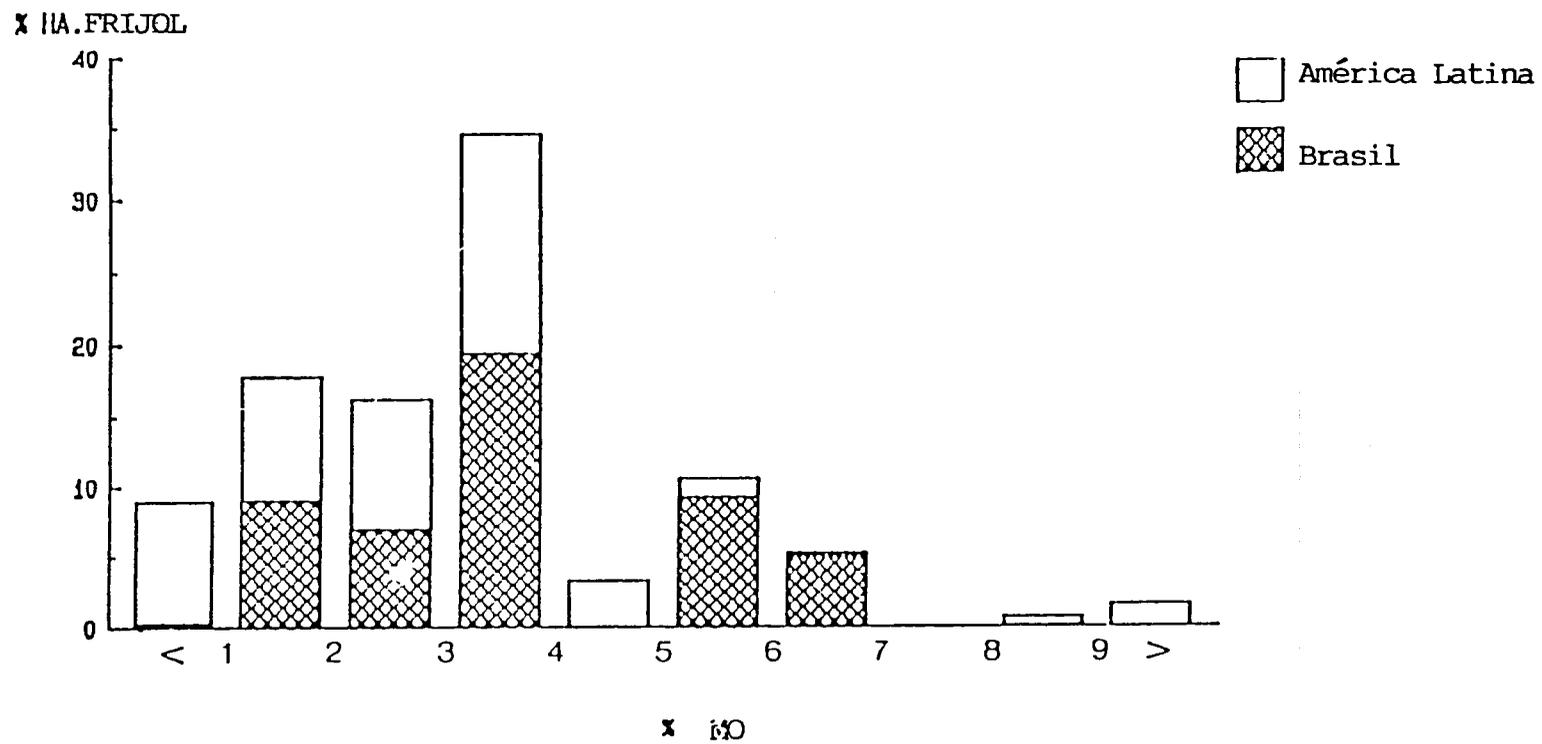


Figura 5. Fósforo disponible

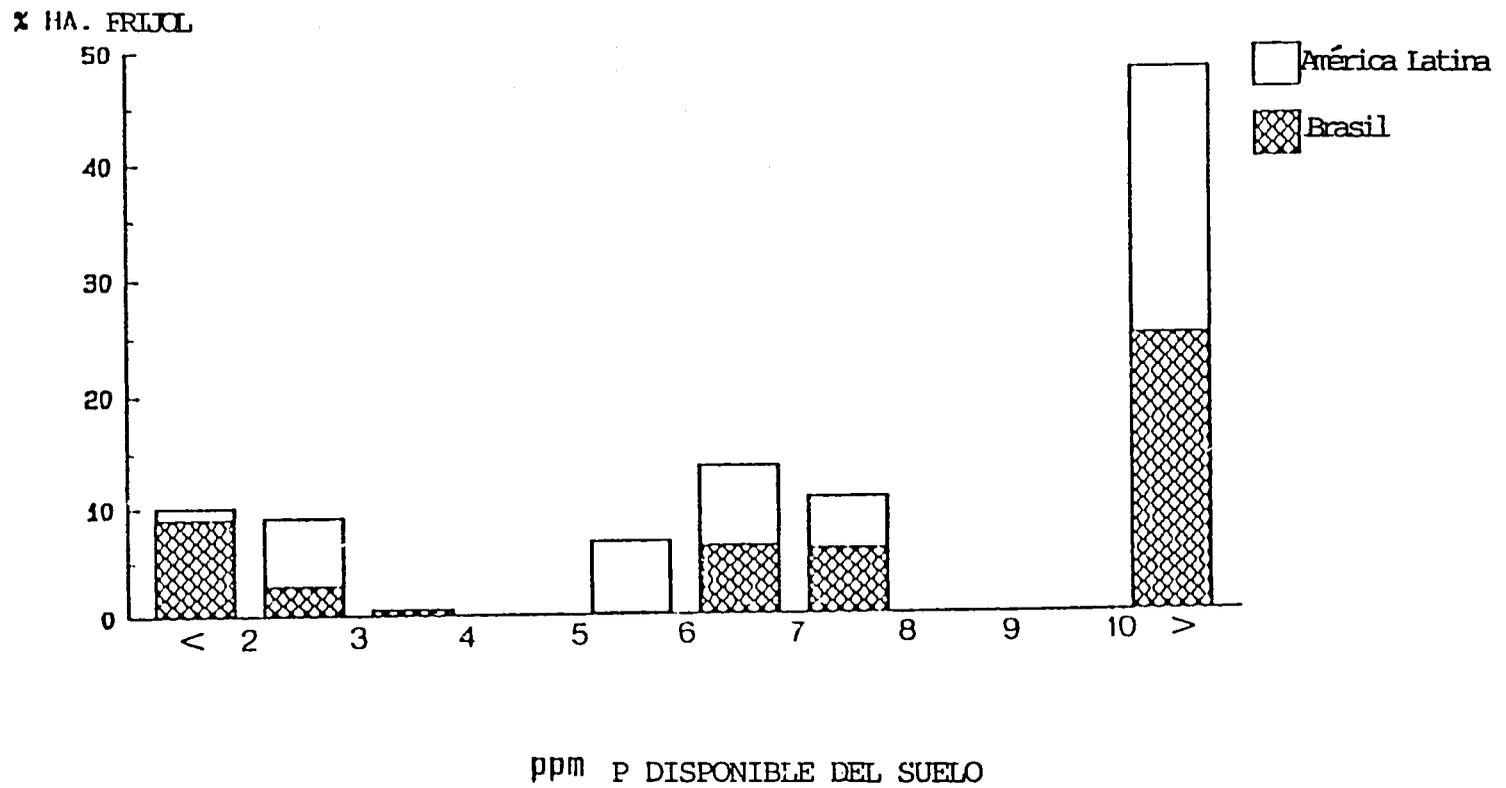


Figura 6. pH

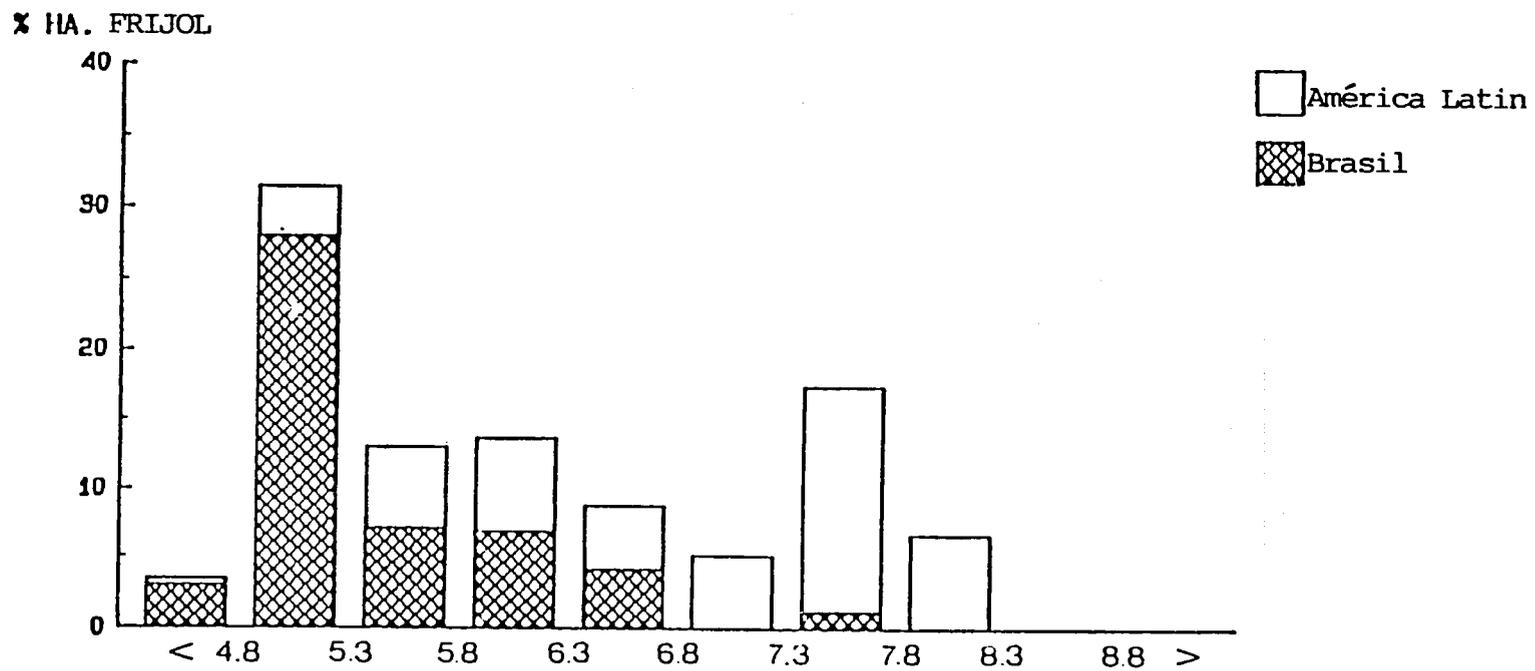


Figura 7. Capacidad de Intercambio de Cationes

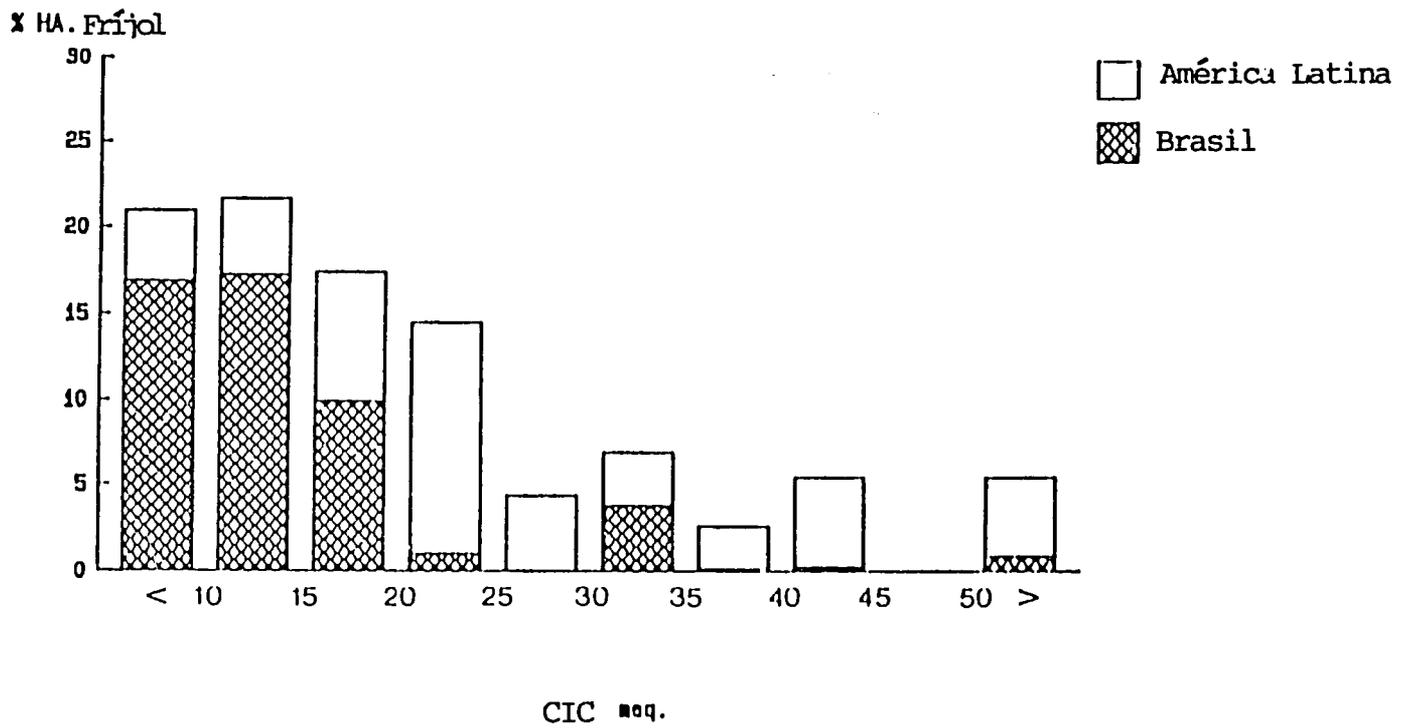
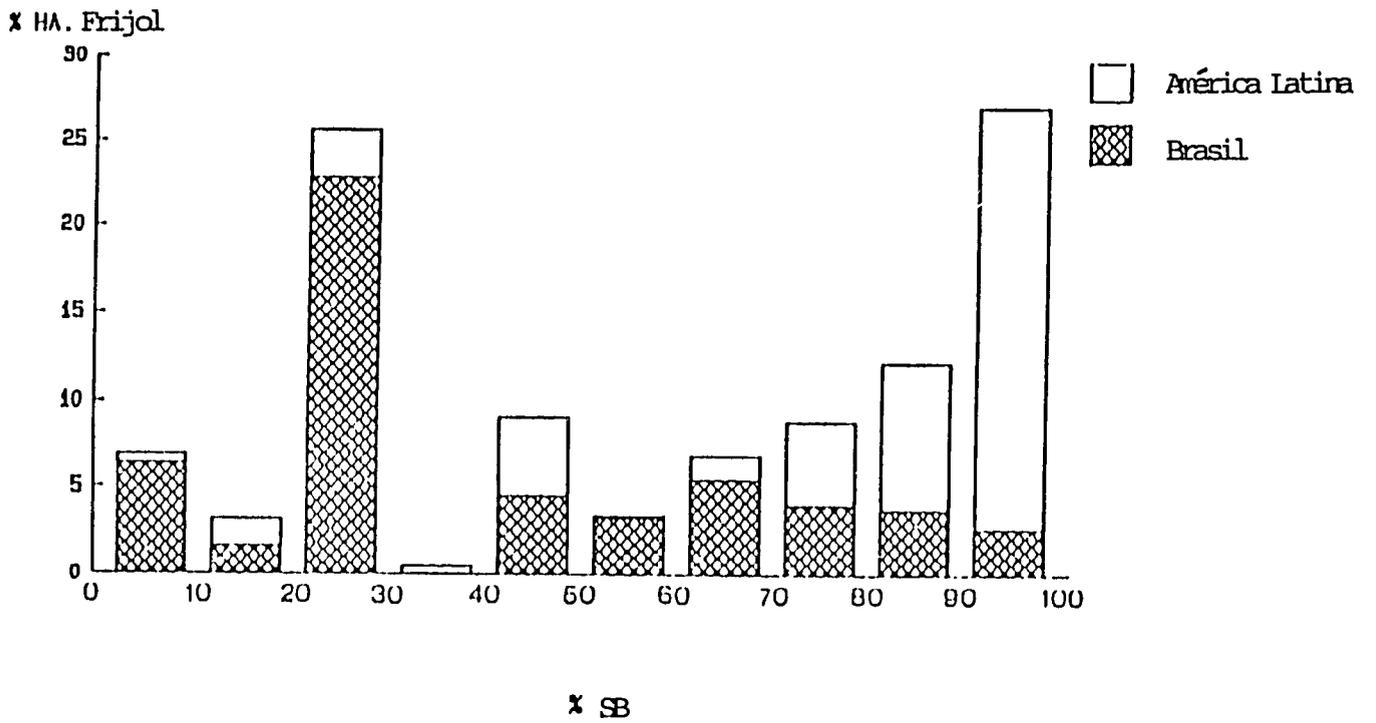
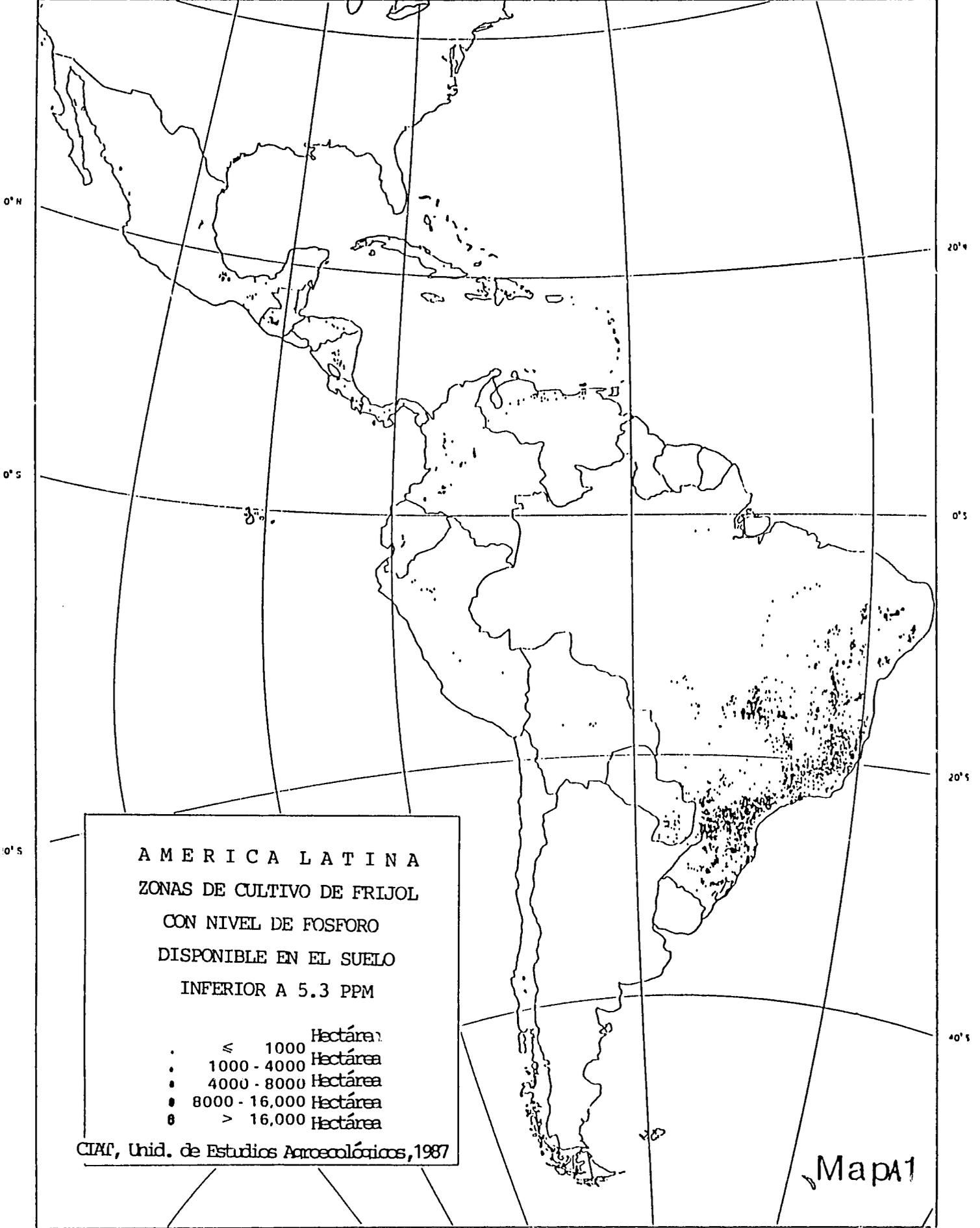


Figura 8. Saturación de Bases



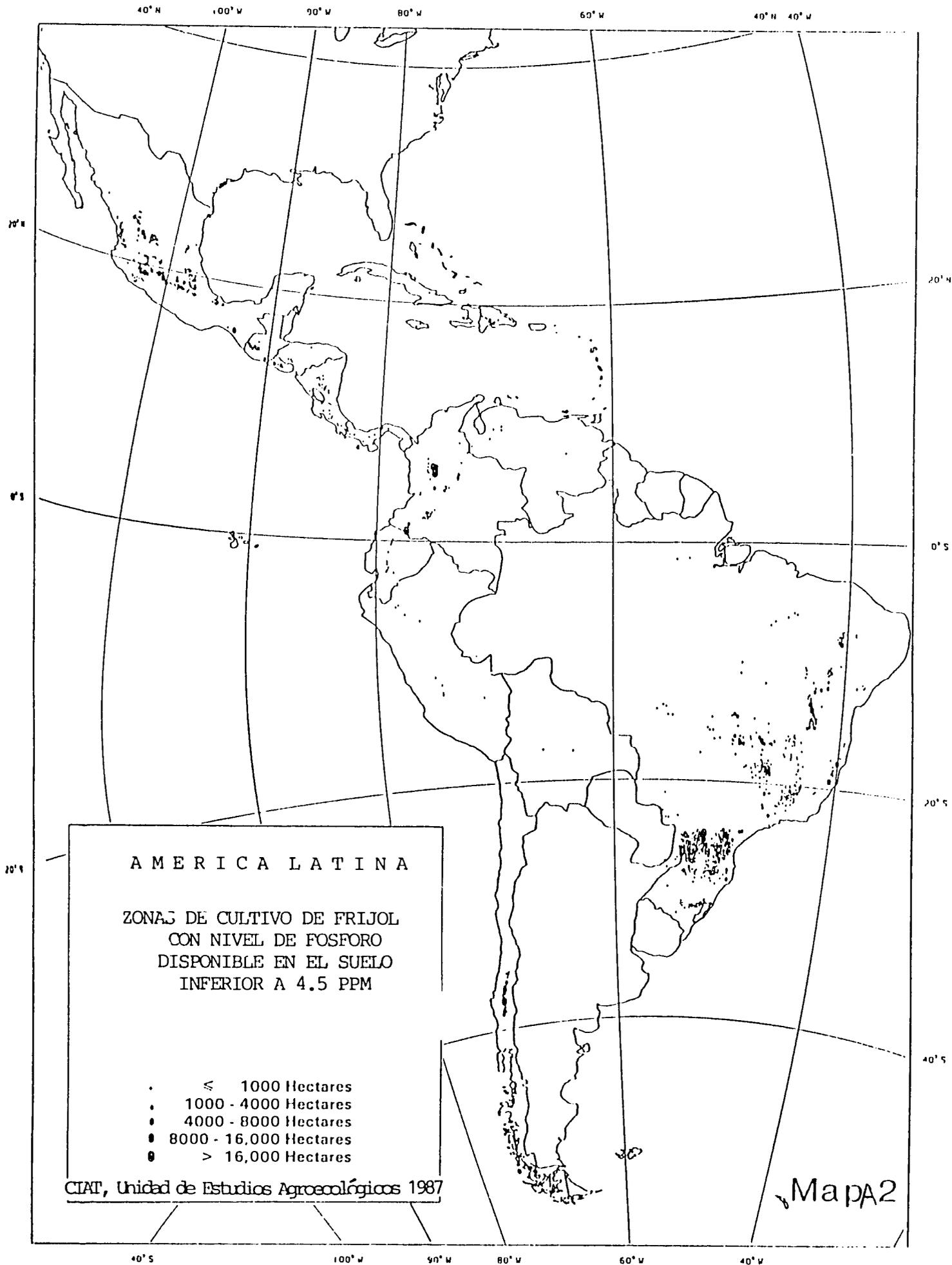


A M E R I C A L A T I N A
 ZONAS DE CULTIVO DE FRIJOL
 CON NIVEL DE FOSFORO
 DISPONIBLE EN EL SUELO
 INFERIOR A 5.3 PPM

- ≤ 1000 Hectárea
- 1000 - 4000 Hectárea
- 4000 - 8000 Hectárea
- 8000 - 16,000 Hectárea
- > 16,000 Hectárea

CIAT, Unid. de Estudios Agroecológicos, 1987

Mapa 1



40° W 100° W 90° W 80° W 60° W 40° W

20° N

0° S

20° S



AMERICA LATINA

Distribución del cultivo de frijol

- 1000 - 4000 Hectáreas
- ◐ 4000 - 8000 Hectáreas
- ◑ 8000 - 16.000 Hectáreas
- ◒ > 16.000 Hectáreas

CIAT, Unidad de Estudios Agroecológicos, 1987

Mapa3

40° S 100° W 90° W 80° W 60° W 40° W

C. DESARROLLO DE METODOS PARA LA UTILIZACION DE GERMOPLASMA

1. Biotecnología

El rango de variabilidad genética disponible para el mejoramiento de Phaseolus vulgaris es grande. El fitomejoramiento ha tenido éxito en utilizar esta variabilidad a través de la selección de plantas con características deseadas después de fertilización cruzada entre genotipos progenitores. Hay sin embargo, ciertas limitaciones en la precisión y velocidad de la identificación y selección de características útiles en las colecciones de germoplasma, materiales progenitores y poblaciones segregantes. Además, el intercambio sexual de genes entre ciertos acervos genéticos de Phaseolus es limitado debido a barreras de incompatibilidad y, en cruzamientos compatibles, es a menudo difícil separar los genes no deseados que pueden afectar la calidad y el rendimiento.

Durante los dos últimos años, se iniciaron esfuerzos colaborativos entre la Unidad de Investigación en Biotecnología (UIB), los científicos del Programa de Frijol, la Unidad de Recursos Genéticos (URG) y los científicos de instituciones avanzadas para desarrollar metodologías para extender el acervo genético accesible al fitomejoramiento. Esta colaboración incluye investigación en las siguientes áreas: a) desarrollo de marcadores bioquímicos (proteínas e isoenzimas) y moleculares (polimorfismos de longitud fragmentaria de restricción de ADN: PLFR para caracterizar los acervos genéticos, seguir la evolución genómica y la dispersión del germoplasma de frijol común, desarrollar vínculos con características agrónomicamente importantes y construir mapas de vinculación genética; b) recuperación de plantas viables de cruzamientos intra e interespecíficos de Phaseolus spp a través de técnicas culturales de rescate embrional; c) desarrollo de técnicas de regeneración de plantas en cultivos de tejidos de Phaseolus como pre-requisito para la explotación de métodos no sexuales para la producción de variabilidad genética. Los principales acontecimientos de este trabajo se resumen a continuación

Marcadores bioquímicos y moleculares

a. Proteínas de la semilla

Como parte del proyecto colaborativo, financiado por el IDRC, entre CIAT y la Universidad de Manitoba, Canada, un procedimiento basado en la electroforesis de gel de poliacrilamida ácida (PAGE ácida) se desarrolló para caracterizar al germoplasma de frijol común.

GRU proporcionó 64 accesiones agrupadas en 14 nombres comunes para el análisis electroforético. De los 14 grupos, solamente 4 presentaron el mismo patrón de bandas, en tanto que 6 grupos se separaron en dos patrones electroforéticos, 1 grupo en

un patrón electroforético, 2 en cinco y 1 grupo que comprendía 24 accesiones (Flor de Mayo from Mexico) se separó en nueve patrones electroforéticos.

El análisis de una sola semilla mostró variación entre semillas en aproximadamente 25% de las accesiones, en contraste con un 4% de variación visible en la morfología de la semilla. En la mayoría de los casos, sin embargo, la variación se limitó a una de cada diez semillas y se refería solamente a una o dos bandas. Se necesita más trabajo para averiguar la naturaleza de la variación de los patrones de PAGE ácido de las proteínas de la semilla.

El análisis de las semillas individuales recogidas de diferentes plantas de la misma variedad y de diferentes vainas de la planta de cultivares altamente autógamos (ABA_2 e AB_{57}) no mostró diferencias en los patrones electroforéticos. Esto sugiere heterocidad residual como una causa posible. Por lo tanto, los análisis inter-semillas pueden ser necesarios para la identificación de cultivares.

b. Marcadores de faseolina

La faseolina, una proteína de alto peso molecular que representa 40-60% de la proteína de almacenamiento de las semillas del frijol, ha sido utilizada como marcador para la distribución geográfica del frijol común en los principales centros de diversidad. Actualmente, se han descrito siete tipos de faseolina electroforéticamente distintos: S, T, C, H, A, M y B. Estos se han relacionado con centros de domesticación, por ejemplo 'S' faseolina está presente en el frijol mexicano, 'T' en el frijol de los Andes sur, etc.

Este año se iniciaron trabajos en colaboración con GRU para usar el análisis electroforético de tipos de faseolina para seguir la dispersión del frijol común de su centro de domesticación en las Américas a África Oriental. De 39 accesiones de Kenia, 26 tenían el tipo de faseolina 'T', 7 mostraban el tipo 'S' y 11 tenían el tipo 'C'. De 81 materiales de Malawi analizados, 58 mostraron el tipo de faseolina 'T', 12 el tipo 'S' y 11 el tipo 'C' (Figura 1A). Estos resultados preliminares sugieren que la mayoría de los materiales del África suroccidental fueron posiblemente introducidos de la parte sur de los Andes. Se han encontrado algunos tipos de faseolina cuyo patrón electroforético es diferente de los tipos 'S', 'C', y 'T', lo que sugiere la ocurrencia de otras formas moleculares de faseolina o nuevas combinaciones genéticas.

Aunque los tipos electroforéticos de faseolina se pueden relacionar con los principales centros de domesticación del frijol común, ellos no son lo suficientemente sensibles para detectar la variabilidad entre las accesiones que poseen el mismo tipo de faseolina. En colaboración con los fitomejoradores del Programa de Frijol, se analizaron variedades con el mismo tipo

de faseolina con la técnica de PAGE ácida. La discriminación entre genotipos fue posible y además, se detectó polimorfismo de bandas (Figura 2). Los genotipos con polimorfismo claro se utilizarán para el análisis de los patrones de bandas de sus progenies.

c. Marcadores de isoenzimas

Las isoenzimas se pueden utilizar para estudiar la relación entre los acervos genéticos de frijol común y para estimar la distancia genética entre acervos genéticos. Con base en datos morfológicos (tamaño de la semilla, hábito de crecimiento) y la adaptación ecológica, el frijol seco se ha clasificado en varias fuentes genéticas. La transferencia de genes entre algunas de las fuentes es difícil, por ejemplo, la transferencia del potencial de alto rendimiento de los cultivares de semilla pequeña a los cultivares de semilla grande. La comprensión de estas relaciones al nivel de isoenzima debe dar cierta claridad para la expansión futura del acervo genético disponible en Phaseolus vulgaris.

En colaboración con los fitomejoradores del Programa de Frijol, se inició este año el trabajo para realizar una encuesta electroforética de la variación isoenzimática entre razas nativas de Perú, América Central, México, África, las regiones del Medio Oriente y líneas avanzadas. De 12 isoenzimas, 9 se seleccionaron debido a su polimorfismo entre materiales de diferentes acervos genéticos (Figura 1B). Más de 200 materiales se han seleccionado hasta el momento y se han tomado datos de muchos loci. Los patrones de isoenzimas de las progenies F1 y F2 de cruzamientos entre líneas de diferentes acervos genéticos serán evaluados.

d. Marcadores de polimorfismo de longitud fragmentaria de restricción de ADN (PLFR)

En contraste con los marcadores morfológicos, los marcadores moleculares (isoenzimas y PLFR) ocurren naturalmente, son codominantes y su expresión (isoenzimas) o presencia (PLFR) no está influenciada por las interacciones ambientales y epistáticas. La segregación de un número infinito de estos marcadores se puede estudiar en una sola proteína, permitiendo así el estudio del genoma entero. Los marcadores moleculares se pueden usar para marcar los genes en sus características cualitativas y cuantitativas mediante el análisis de vínculo y se pueden emplear como criterios efectivos de selección para acelerar la transferencia de características en cultivares comerciales.

Con el apoyo de US-AID, se inició este año un proyecto colaborativo con científicos (E. Vallejo, líder de proyecto) de la Universidad de Florida, Gainesville, para construir un mapa de vínculo de saturación de los marcadores ADN (PLFR) para Phaseolus vulgaris.

Se han producido progenies segregantes entre dos genotipos polimórficos (proporcionados por CIAT) y un número de clones cADN y genómicos para la detección de PLFR ha sido generado. Más de 25 clones cADN y genómicos han sido hibridizados a digestos de restricción de "Calima" and "XR-235-1". De éstos, 11 han mostrado polimorfismo entre las dos líneas. El uso de estas dos líneas permitirá trazar el mapa del principal gen de resistencia a Xanthomonas campestris pv. phaseoli el cual está presente en la línea "XR-235-1". Además, el sondeo de los ADN de una progenie F2 que fue calificada por resistencia a las enfermedades ha comenzado.

Cultivo in vitro para recuperar cruzamientos silvestres de P. vulgaris

Se realizó un trabajo colaborativo con GRU para recuperar plantas híbridas viables de diversos cruzamientos de tipos silvestres, herbáceos y aborígenes de P. vulgaris. Los embriones inmaduros (que normalmente son abortados) se cortaron de váianse jóvenes después de la fertilización cruzada y se estimuló su crecimiento hasta formar plantas, en un medio nutritivo artificial, estéril. El Cuadro 1 muestra que las plantas viables se pueden rescatar de cruzamientos considerados difíciles, poniendo tales híbridos a la disposición del mejoramiento.

El cultivo embrional in vitro también ha sido utilizado para recuperar accesiones de P. coccineus con semilla muy vieja que de otra manera no habría germinado. Los científicos de GRU han pasado plantas de 12 genotipos al campo en Popayán.

Hacia un ciclo de cultivo de tejidos en frijol

El desarrollo de un ciclo de cultivo de tejidos en Phaseolus vulgaris es el primer paso esencial para el inicio de muchos enfoques biotecnológicos en frijol.

Un ciclo de cultivo de tejidos implica el establecimiento de una célula de de-diferenciación o cultivo de tejidos, la proliferación de un número de generaciones celulares, y la subsiguiente regeneración de plantas.

De esta manera, se impone un período de proliferación esencialmente de-diferenciada de células entre una clavija (parte inicial de la planta) y la siguiente regeneración de plantas.

La inducción de la de-diferenciación se puede hacer fácilmente con el frijol, pero esta especie ha resistido la fase de regeneración. Se ha reconocido que la regeneración es una característica bajo control genético simple, de ahí que es razonable creer que en el caso de P. vulgaris, dicha característica se puede haber perdido, o represado selectivamente, o mutado a través de la domesticación del cultivo. Por lo tanto, un enfoque lógico sería seleccionar los parientes silvestres de

P. vulgaris para buscar regeneración de plantas en condiciones definidas de cultivo.

Se usaron nudos cotiledonales de semillas maduras germinadas de varios parientes silvestres de P. vulgaris, como clavijas primarias para el cultivo. Un callo granular se formó en las clavijas, el cual con el sub-cultivo aumentó en masa' se formaron manchas de color verde profundo en el callo, el cual entonces se diferenció en muchas yemas iniciales. Después de la transferencia a un medio diferente, las yemas formaron plantitas completas. (Figura 3A).

En experimentos separados, embriones inmaduros (8-12 días después de la autopolinización) de P. vulgaris y P. lunatus se disectaron de las vainas y se cultivaron en un medio estéril. Se formó un callo friable y, después de la transferencia del callo a un medio de composición diferente, los embriones somáticos se diferenciaron del callo (Figura 3B). Estos son los primeros esfuerzos de regeneración exitosa de plantas en P. vulgaris silvestre y de la inducción de embriogénesis somática de cultivos de callos de P. vulgaris y P. lunatus.

Los resultados obtenidos en CIAT, junto con los de otros laboratorios con los cuales CIAT ha establecido proyectos colaborativos llevan a creer que la regeneración rutinaria de plantas de P. vulgaris no está muy lejana. Estas técnicas pavimentarán el camino para la producción no sexual de variabilidad genética así como otras manipulaciones genéticas en Phaseolus.

Investigación colaborativa

En los dos últimos años, se han establecido proyectos de investigación colaborativos con otras instituciones donde se han identificado capacidades para realizar investigaciones específicas. Los actuales proyectos colaborativos incluyen:

1. Proyecto: Caracterización electroforética de germoplasma de P. vulgaris.
Institución: Universidad de Manitoba, Winnipeg, Canadá.
Financia: IDRC
Período: 1985-1987
2. Proyecto: Regeneración de cultivo de tejidos en Phaseolus spp.
Institución: Instituto di Biologia Agraria, Viterbo, Italia.
Financia: Gobierno italiano
Periodo: 1987-1990
3. Proyecto: Desarrollo marcadores moleculares en Phaseolus como herramientas del Mejoramiento: Resistencia a las

- enfermedades.
- Institución: Universidad de Florida, Gainesville,
Fl., USA.
- Financia: US-AID
- Periodo: 1987-1990
4. Proyecto: Identificación de acervos genéticos
en germoplasma de P. vulgaris a través
de marcadores bioquímicos/moleculares.
- Institución: Universidad de California, Davis, CA.
USA.
- Periodo: 1987-88.

Cuadro 1. Recuperación de plantas viables de cruzamientos de P. vulgaris silvestre y aborigeneous mediante cultivo de embriones inmaduros in vitro.

Tipo de cruzamiento*	No. de cruzamientos	No plantas recuperadas
1. <u>P. vulgaris</u> silvestre X <u>P. vulgaris</u> var. <u>aborigeneous</u>	1	1
2. <u>P. vulgaris</u> var. X <u>P. vulgaris</u> <u>aborigeneous</u> silvestre	3	11
3. <u>P. vulgaris</u> var. X <u>P. vulgaris</u> <u>aborigeneous</u> herbáceo	1	1
4. <u>P. vulgaris</u> silvestre X <u>P. vulgaris</u> herbáceo	1	2
	6	15

* Cruzamientos hechos y material proporcionado por GRU.
Germoplasma colectado en Argentina, Peru, Mexico y Colombia.

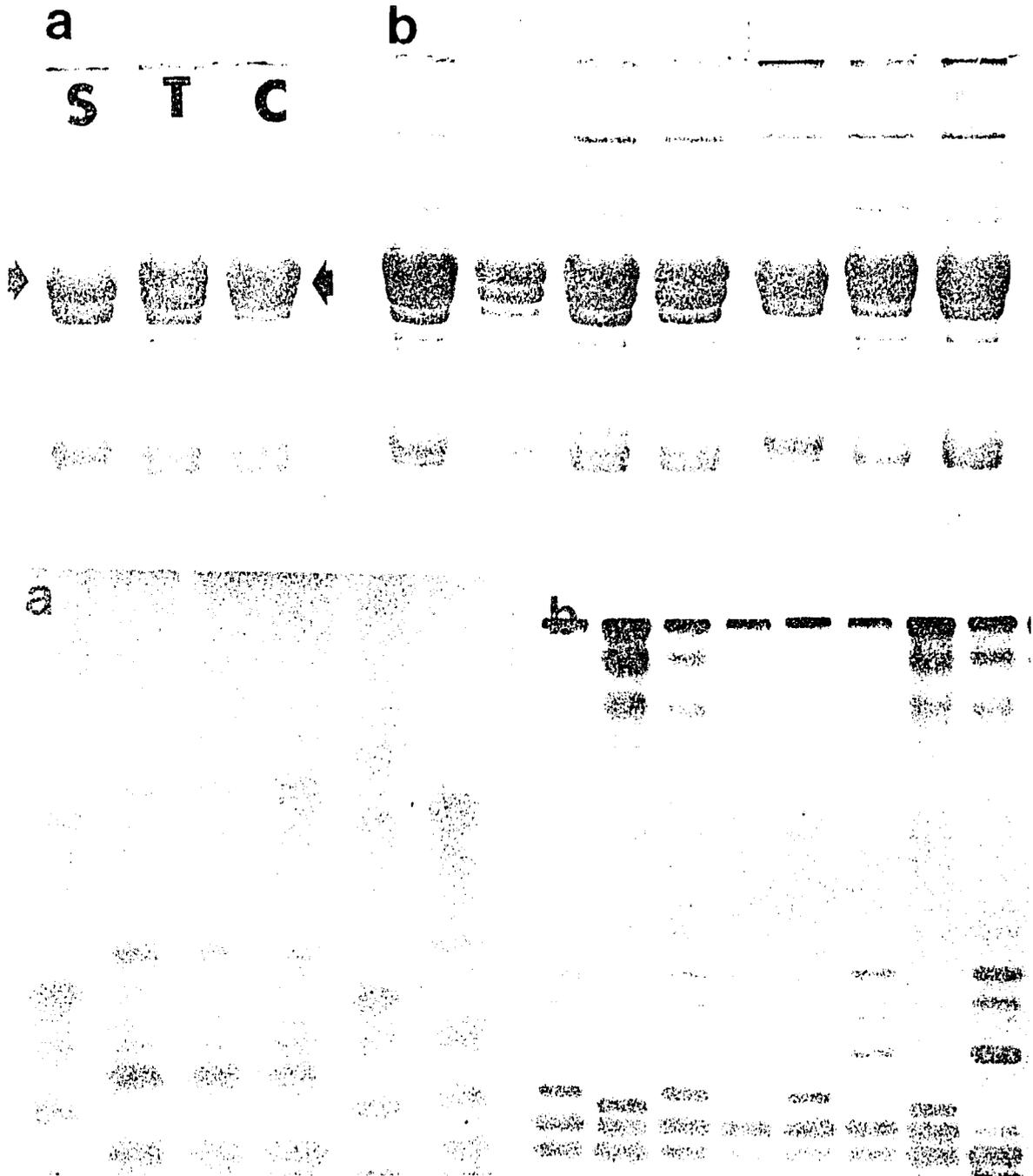


Figura 1. Faseolina y marcadores de isoenzima para controlar la dispersión de germoplasma y caracterizar los acervos genéticos.

- A. Análisis de tipos de faseolina usando PAGE básico: (a) patrones de referencia faseolina "S", "T", y "C" (flechas); (b) tipos de faseolina hallados en accesiones de germoplasma de Malawi. Observe que las accesiones con faseolina tipo 'T' predominan.
- B. Variación electroforética de isoenzimas de materiales de diversos acervos genéticos: (a) Diaforasa; (b) α , β esterasa. Note el polimorfismo de isoenzimas mostrado por muchas accesiones.

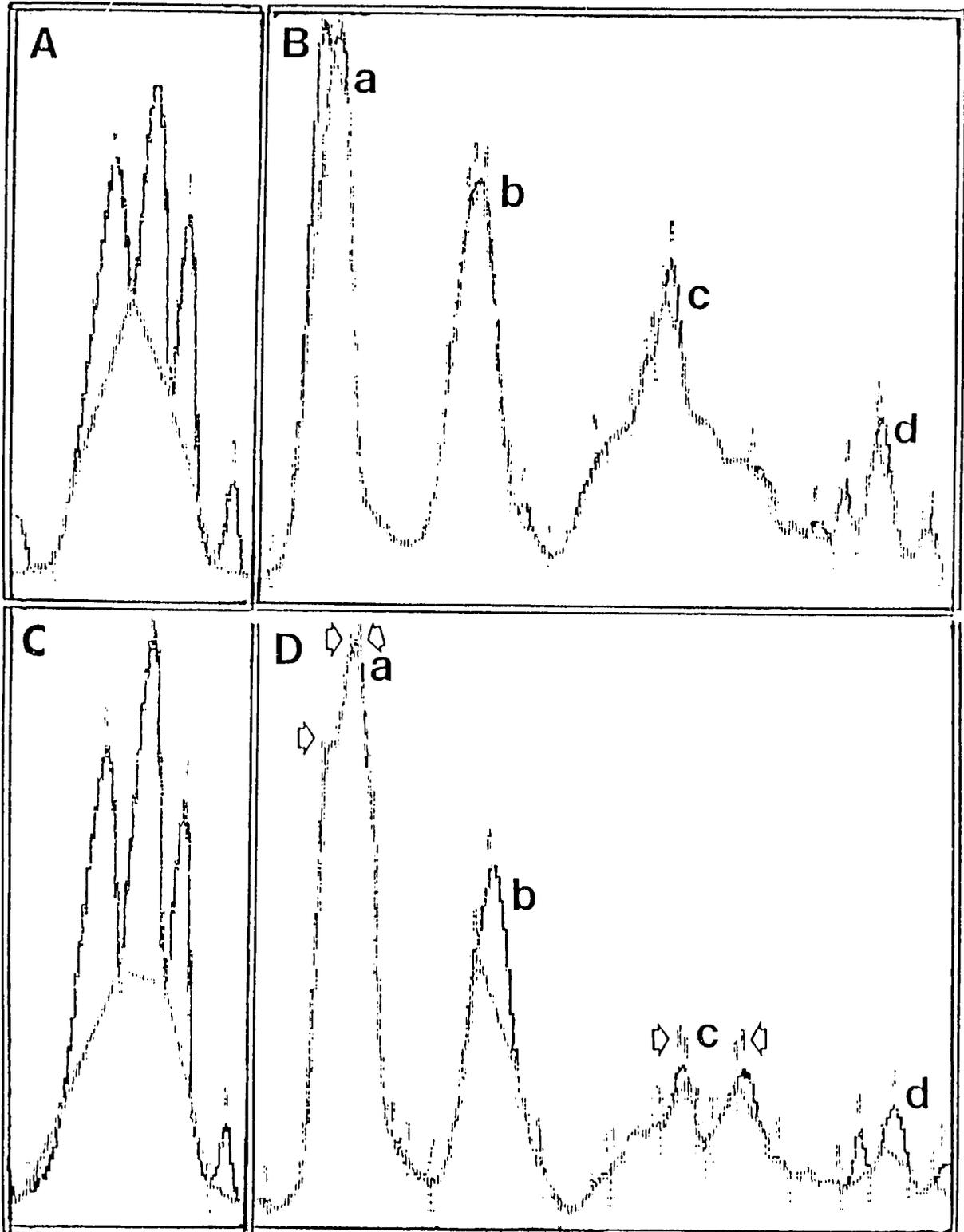


Figura 2. Comparación de los patrones electroforéticos de dos variedades mediante PAGE básico (A y B) y ácido. Aunque las dos variedades poseen el mismo tipo de faseolina (ver figuras A y C) ellas difieren notoriamente en sus patrones de PAGE básico (ver los puntos máximos en las áreas A y C en las figuras B y D). Las áreas y los puntos máximos mostrados en las gráficas se obtuvieron mediante integración de lecturas con un densitómetro computarizado: migración en franja se muestra en el plano horizontal y densidad del color de franja (absorbencia) se muestra en el plano vertical. A y B = Calima; C y D = Tundama.

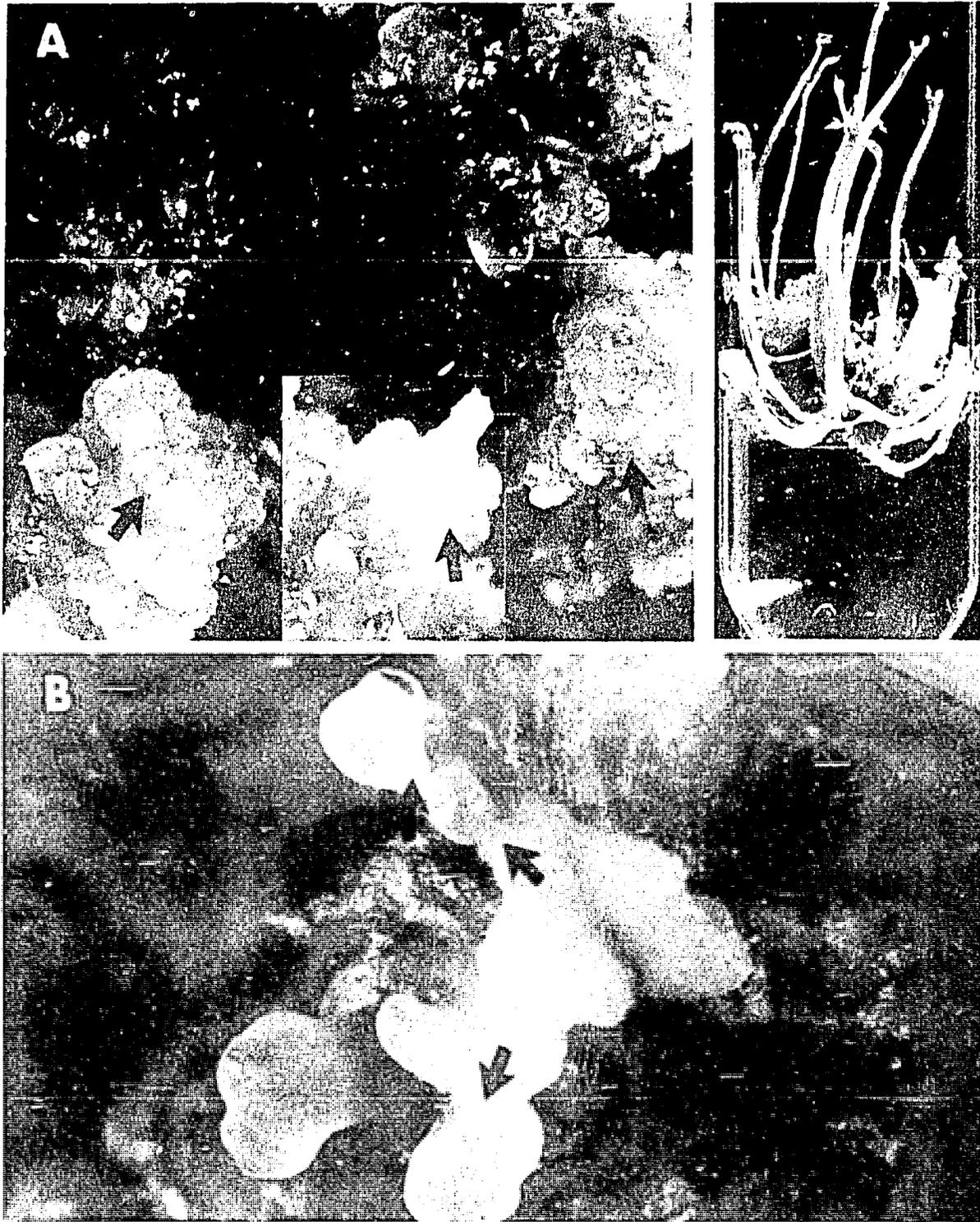


Figura 3. Desarrollo de técnicas de regeneración de plantas en *P. vulgaris*. A Callo organogénico (izquierda) y diferenciación de brotes de callo (derecha) en parientes silvestres de *P. vulgaris*. Las flechas indican los primordios de las yemas en el callo. B. Inducción de embriogénesis somática en callo de *P. vulgaris*. Las flechas indican embriones somáticos globulares y en forma de corazón.

2. Hibridación Interespecífica

El objetivo principal del proyecto entre CIAT y Gembloux (Bélgica) es el mejoramiento genético de P. vulgaris a través de hibridación interespecífica. Los principales donantes, P. coccineus y P. polyanthus, son especies que muestran muchas características útiles no expresadas o mal expresadas en el frijol común. Un programa de mejoramiento con P. vulgaris tiene como un prerequisite la multiplicación y la evaluación de la colección de P. coccineus y polyanthus mantenida por CIAT (Ver "Mejoramiento de otras especie de Phaseolus: P. coccineus").

Las poblaciones de P. vulgaris x P. coccineus incluyen muchos materiales altamente alógamos, debido a la biología floral del P. coccineus y la segregación continua en generaciones avanzadas.

El esquema de mejoramiento adoptado es un método de selección acumulativa que implica selecciones de generación en generación y cruzamiento entre sí de las plantas seleccionadas. La metodología de mejoramiento incluye los pasos siguientes: selección individual de las mejores plantas para rendimiento y resistencia a las enfermedades, y favorecer el cruzamiento de las líneas avanzadas entre sí. El objetivo es proporcionar líneas avanzadas a los mejoradores de frijol para el VEF.

Evaluación para resistencia a la mosca del frijol (Ophiomyia phaseoli)

Durante 1987, 110 líneas híbridas interespecíficas F3 de P. vulgaris x P. coccineus seleccionadas en A.V.R.D.C. (Taiwán) por el Dr. Talekar por resistencia a mosca del frijol se sembraron en Palmira para multiplicación y selección agronómica. Se enviaron de regreso semillas F4 de 307 plantas seleccionadas a Taiwán para evaluación adicional y selección para resistencia a la mosca del frijol.

La selección de generaciones más avanzadas (F7 y F8) también se efectuó en Taiwán. Treinta y nueve de 221 líneas presentaron un nivel medio o alto de resistencia y fueron seleccionadas. Las semillas de estas selecciones se enviaron a CIAT y se han sembrado en Palmira para selección agronómica. Los resultados de la selección hecha en Taiwán están presentados en los Cuadros 1 y 2.

Río Negro 1986 B

En Río Negro, 18 poblaciones F2 y 48 poblaciones F6 a F8 de híbridos interespecíficos directos (P. vulgaris x P. coccineus o P. polyanthus) se sembraron para la evaluación de resistencia a Ascochyta. El ensayo además incluía 2 híbridos complejos F2 y 12 F5 (F2: (P. coccineus silvestre x P. vulgaris) x P. polyanthus) x P. vulgaris; F5: (P. coccineus silvestre x P. vulgaris) x P. coccineus).

También se observaron la arquitectura, la adaptación y la productividad y 107 plantas de 72 poblaciones fueron seleccionadas. En relación a su precocidad y resistencia a las enfermedades, los híbridos más interesantes fueron: uno (Mortíño x X7 (F7), (tres Ecuador 299 x Piloy) (F6), dos (Guate 467 x Guate 1259) (F6), uno de NI 141 x G35174 (F8), cuatro (San Martín x Piloy (F7) y uno (NI 889 x D 145) NI x 15 (F5). Semillas de las generaciones más avanzadas fueron entregadas al programa de mejoramiento y las progenies tempranas fueron incluidas en los próximos ensayos de evaluación.

Popayan 1986 B

En Popayán, la siembra de segundo semestre de 1986 incluyó poblaciones híbridas de F1 a F9 de híbridos directos y complejos.

La progenie F1 incluye 22 híbridos directos P. vulgaris x P. polyanthus, tres híbridos complejos (P. purpurascens x P. vulgaris) x P. polyanthus y dos híbridos complejos (P. coccineus x P. vulgaris) x P. polyanthus] x P. vulgaris, realizados para introducir resistencia a Ascochyta en P. vulgaris. Las plantas híbridas directas se autopolinizaron para aumentar la producción de semillas.

En la F2, 141 plantas de 86 poblaciones directas y nueve plantas de siete poblaciones híbridas complejas fueron seleccionadas para la resistencia a Ascochyta. Las semillas F3 se sembraron en Popayán para ser evaluadas durante el primer semestre de 1987.

En progenies más avanzadas, se realizó una selección individual para resistencia a enfermedades (principalmente la mancha de Ascochyta) y para otros caracteres como arquitectura y adaptación. En la F₂, se seleccionaron 36 plantas de 27 poblaciones, así como 22 plantas de 17 poblaciones de la F7, 10 plantas de ocho poblaciones de la F8 y 17 plantas de ocho poblaciones de la F9. Se entregaron semillas a los mejoradores del Programa de Frijol para ser incluidas en sus pruebas de selección.

Popayán 1987 A

Durante el primer semestre de 1987, se sembraron en la generación F1 130 líneas híbridas directas (P. vulgaris x P. polyanthus o P. coccineus) y 44 líneas híbridas complejas. El Cuadro 3 muestra el número de líneas y los objetivos para cada tipo de cruce.

En F2, 20 plantas de 50 poblaciones P. polyanthus x P. vulgaris o P. coccineus) fueron seleccionadas por su resistencia a Ascochyta sp. Las semillas F3 se sembrarán en Popayan para evaluarse durante el segundo semestre de 1987. Las generaciones más avanzadas incluyeron poblaciones F3 y F4, que se evaluaron principalmente por la resistencia a enfermedades, la arquitectura

y la adaptación. Cincuenta y dos plantas de 109 poblaciones en F3 y 14 plantas de 32 poblaciones en F4 fueron seleccionadas y se sembrarán en Popayan y Rio Negro durante el próximo ciclo de selección. Incluyen híbridos directos y complejos. Los detalles se encuentran en el Cuadro 4.

VEF 1987 (Vivero del Programa de Frijol)

Tres líneas avanzadas de dos cruzamientos complejos fueron incluidas en el VEF este año. Son tipos volubles indeterminados y fueron seleccionados en un ensayo de adaptación realizado en Palmira durante 1986. Incluyen una línea ((NI 889 x NI 637) x BAC 24] x NI 663 (P.coccineus silvestre x P. vulgaris) x P. vulgaris] x P. coccineus) (semilla café claro) y dos líneas (NI 886 x G 3807) BAC 24 ((P. coccineus silvestre x P. vulgaris) x P. vulgaris) (semilla crema con manchas café y amarilla, respectivamente).

EP 1987 (pruebas Preliminares)

Cuatro de las cinco líneas híbridas directas de P. coccineus x de P. vulgaris incluidas en el VEF 1986 fueron seleccionadas por su buena reacción al añublo bacteriano común, antracnosis y mancha angular. Serán evaluadas en el EP durante 1987. Incluyen dos cruces Aete 1/38 x Aete 7689A (semilla roja y crema) y dos líneas ICTA Quetzal x M 7285 (semilla negra y café).

Cuadro 1. Distribución de la resistencia a la mosca del frijol de 221 líneas de P. vulgaris x P. coccineus evaluadas en Taiwán.

<u>Categoría</u> ¹	<u>No. de líneas</u>	<u>% def líneas</u>
HS	30	13.5
S	68	31.0
LR	84	38.0
MR	37	16.5
HR	2	1.0
TOTAL	221	100.0

1. HS = susceptibilidad alta; S = susceptibilidad; LR = resistencia baja; MR = resistencia mediana; HR = resistencia alta

Cuadro 2. Identificación de las mejores líneas F₇ y F₈ de P. vulgaris x P. coccineus seleccionadas por resistencia a la mosca de frijol en Taiwan.

Identificación	Progenie	No. de líneas	Nivel de resistencia
Pasto x G 35122	F ₇	4	MR
BAT 338 x 46-1	F ₇	2	HR
BAT 338 x 46-1	F ₇	29	MR
X23-3-66 Cafe x G 35023(A)	F ₇ F ₈	1	MR
78 VEF 1176 x G 35075C(A)	F ₇	1	MR
X 28366 Cafe x G 35023(A) 3	F ₈	2	MR

Cuadro 3. Número de líneas de la progenie F₁ y objetivos para cada combinación de cruzamiento en Popayán durante el primer semestre de 1987.

Combinación de cruce	No. de líneas	Objetivos
<u>P. vulgaris</u> x <u>P. polyanthus</u>	35	Zona andina
	31	Africa Oriental
	23	Resistencia múltiple
<u>P. vulgaris</u> x <u>P. coccineus</u>	14	Resistencia múltiple
	23	Resistencia al BGMV
	4	Resistencia a mosca del frijol
[(<u>P. coccineus</u> wild x <u>P. vulgaris</u>) x <u>P. polyanthus</u>] x <u>P. vulgaris</u>	4	Zona andina
	5	Africa del Este
	14	Resistencia a Ascochyta
(<u>P. coccineus</u> silvestre x <u>P. vulgaris</u>) x <u>P. polyanthus</u>	5	Resistencia múltiple
(<u>P. purpurascens</u> x <u>P. vulgaris</u>) x <u>P. coccineus</u>	6	Resistencia múltiple
(<u>P. purpurascens</u> x <u>P. vulgaris</u>) x <u>P. polyanthus</u>	6	Resistencia múltiple
(<u>P. purpurascens</u> x <u>P. polyanthus</u>) x <u>P. vulgaris</u>	4	Resistencia múltiple

Cuadro 4. Líneas F₃ y F₄ seleccionadas durante el primer semestre de 1987 en Popayan.

Combinaciones de cruce	Identificación	Progenie	No. de líneas
<u>P. vulgaris</u> x <u>P. polyanthus</u>	Kirundo x NI 757	F ₃	3
	Urubonobono x NI 757	F ₃	15
	Antioquia 8 x NI 757	F ₃	3
	BAT 1297 x NI 1015	F ₃	14
	ZAV 83102 x NI 757	F ₃	1
	A 114 x NI 1015	F ₃	13
	Antioquia 8 x NI 1015	F ₃	1
(<u>P. purpurascens</u> x <u>P. vulgaris</u>) x <u>P. polyanthus</u>	(NI 552 x ICA-Guali) x NI 757	F ₄	5
[(<u>P. coccineus</u> wild x <u>P. vulgaris</u>) x <u>P. polyanthus</u>] x <u>P. vulgaris</u>	[(NI 889 x NI 637) x NI 758] x VRA 81043	F ₄	2
	[(NI 889 x NI 637) x NI 1015] x NI 1007	F ₄	5
	[(NI 889 x NI 637) x NI 1015] x A 114	F ₄	2

D. MEJORAMIENTO DEL POTENCIAL DE RENDIMIENTO

1. Fisiología de Rendimiento

El mejoramiento de germoplasma es el objetivo del Programa de Mejoramiento de Frijol, y se facilita a través de una serie de proyectos de mejoramiento independientes. Las investigaciones dirigidas hacia el aumento de potencial de rendimiento en 1987 se llevaron a cabo mediante estudios sobre genotipos de arquitectura erecta combinado con un manejo agronómico intensivo incluyendo el uso de espaciamiento estrecho entre los surcos. Las investigaciones en estaciones anteriores señalaron que mientras el crecimiento vegetativo, en particular antes de la floración, mejoraba enormemente a 0.3 m versus 0.6 m de espaciamiento entre surcos, los aumentos de rendimiento eran de sólo 5% a 10%.

Una explicación posible es que con manejo intensivo, los cultivos de frijol desarrollan un índice de área foliar excesivo (IAF). La evaluación de IAF en dos pruebas mostró IAF máximos de 4.7 a 7.5 en surcos de 0.3 m de espaciamiento (Cuadro 1), estos valores excedieron considerablemente los LAI óptimos estimados de 4 a 4.5 para frijol arbustivo.

El acame también se consideró como un factor que contribuye al comportamiento de pobre rendimiento ya que algunos estudios anteriores sugirieron que el acame podía causar reducciones de rendimiento de 20%, y porque se ha presentado acame grave en pruebas de espaciamiento de surcos, a pesar de la inclusión de genotipos con arquitectura más erecta. Sin embargo, en un primer intento para cuantificar los efectos del acame, ninguna diferencia se halló entre la parcela de control con acame natural, y las parcelas donde el acame se evitó a través del uso de diversos sistemas de apoyo horizontal (Cuadro 2).

Combinados con los resultados de estudios anteriores que no mostraron ninguna respuesta o una respuesta negativa a las aplicaciones de nitrógeno en cultivos con espaciamiento de surcos de 0.3 m, estos resultados señalan que los cultivares existentes de frijol responden a un espaciamiento estrecho de surcos y a una alta fertilidad del suelo aumentando la distribución para el crecimiento de hojas. Mientras dicha respuesta es probablemente útil para las condiciones con poblaciones escasas, la competencia de malezas u otras limitaciones de producción, parecen resultar en una limitación grave del potencial de rendimiento en condiciones agronómicas altamente favorables. Las investigaciones futuras examinarán esta hipótesis, asignando importancia específica a la comprensión del equilibrio de nitrógeno en los cultivos de frijol.

Complementando esta línea principal de investigaciones en rendimiento potencial se continúan los estudios sobre problemas especializados relacionados con el potencial de rendimiento.

Estos incluyen la relación entre el tamaño de la semilla y el rendimiento, la eficiencia de polinización, y las estrategias para aumentar los rendimientos de cultivares de maduración temprana.

Cuadro 1. Índice máximo de área foliar (IAF) y rendimiento de semilla de tres genotipos cultivados a 0.3 m y 0.6 m de espaciamento entre surcos, en dos semestres en CIAT-Palmira.

Genotipo	IAF		Rendimiento	
	0.3 m	0.6 m	0.3 m	0.6 m
	-----kg/ha-----			
	Semestre A			
ICA Pijao	6.7	5.2	2440	2250
BAT 477	4.7	3.9	2540	2250
ICA Línea 24	5.7	4.0	1790	1740
Media	5.7	4.0	2260	2080
Nivel significativo de efecto:				
Genotipo	0.01		0.01	
Espacio entre surcos	0.01		NS	
Espacio entre surco por genotipo	NS		NS	
	Semestre B			
BAT 477	7.5	6.2	3380	3010
BAT 881	6.5	5.6	3050	3020
Porrillo Sintético	6.9	6.5	2920	2870
Media	7.0	6.1	3120	2970
Nivel significativo de efecto:				
Genotipo	NS		NS	
Espacio entre surcos	0.05		NS	
Espacio entre surco por genotipo	NS		NS	

Cuadro 2. Efectos del soporte artificial en el rendimiento del cv. ICA Pijao sembrado a una distancia entre surcos de 0.3 m. El soporte consistió en tejido de polipropileno en rejas horizontales a diferentes alturas.

Tamaño reja	Altura reja	Rend. de semilla
m ²	m	kg/ha
0.3 x 0.6	0.3	3310
0.3 x 0.3	0.3 and 0.5	3380
0.3 x 0.3	0.5	3200
0.15 x 0.3	0.3	3300
Testigo (sin reja)		3250
D.M.S. _{0.05}		350

2. Mejoramiento por Rendimientos

Caracteres morfológicos, fisiológicos, y el rendimiento a menudo se han sugerido como criterios de selección para el mejoramiento de rendimiento. En estudios anteriores las selecciones se hicieron para tipo de planta, hoja, número de nudos y de vainas, y tamaño de hoja debido a su alta asociación positiva con el rendimiento de semilla y debido a su facilidad relativa para seleccionar. Sin embargo, las líneas contrastantes así desarrolladas no superaron significativamente a los cultivares convencionales en cualquiera de 16 combinaciones de genotipo, de densidad y de ambiente (Informe Anual, Programa de Frijol, CIAT 1982).

Entre los rasgos fisiológicos evidentes, la biomasa total, la eficiencia biológica, la duración del área foliar, el índice de cosecha, y el rendimiento/día de semilla se consideran altamente y positivamente asociados con el rendimiento de semilla. Pero su utilidad como criterios de selección para el mejoramiento por mayor rendimiento de semilla no se ha demostrado todavía en el frijol común.

Durante los últimos años se han desarrollado estudios en CIAT para aclarar la función que el rendimiento y los componentes del rendimiento desempeñan en los intentos para aumentar el potencial de rendimiento. Antes de resumir los resultados obtenidos hasta el momento puede ser útil describir diferentes acervos genéticos hallados en frijol cultivado seco y sus potenciales de rendimiento.

Con base en la ocurrencia y concentración de la variación genética en sus especies cultivadas, silvestres y relacionadas en general se acepta que el frijol Phaseolus se originó y fue domesticada en las Américas. El frijol común silvestre y cultivado se distribuye desde México del norte al extremo meridional de los Andes de América del Sur. Entre los tipos cultivados gran variación se halla para hábito de crecimiento y otros rasgos morfológicos, características de la semilla, características adaptativas y potencial de rendimiento.

Sin embargo, la variación para estos rasgos no se distribuye aleatoriamente. Por ejemplo, hay por lo menos dos centros importantes de domesticación y diversidad; uno pertenece a Centroamérica y el otro a América Andina del Sur. El frijol pequeño y de semilla grande, respectivamente, pertenecen a estas dos regiones. Con base en otras características morfo-agronómicas, el germoplasma de cada uno de estos dos centros puede ser dividido en seis acervos genéticos diferentes. Un resumen de la zona ecológica de adaptación, características de la semilla, duración del cultivo, y potencial de rendimiento existente de 12 acervos genéticos de frijol común cultivado seco se presenta en el Cuadro 1.

Morfológica y genéticamente, las habichuelas están relacionadas con el germoplasma Andino y se pueden agrupar en dos acervos genéticos adicionales (determinados arbustivos vs tipos semi-volubles y volubles indeterminados). Del Cuadro 1 debe ser claro que en los hábitos de crecimiento I y IV, hay una evidente falta de cualquier asociación entre tamaño de la semilla y potencial de rendimiento. Pero tipos de semilla pequeña II e III de origen centroamericano tienen un potencial de rendimiento mucho mayor que sus contrapartes de América Andina del Sur. Además, se han registrado enanismo de híbrido F1 y problemas de recombinación genética entre los dos grupos de germoplasma (Informe Anual, Programa de Frijol, CIAT 1983). En consecuencia, es esencial tener una comprensión minuciosa de la genética de rendimiento, capacidad de combinación, y naturaleza de la recombinación genética entre y dentro de acervos genéticos para poder plenamente explotar su potencial existente para el mejoramiento por rendimientos. Con esto en mente, se iniciaron primero estudios de los acervos genéticos centroamericanos apropiados para sistemas de siembra unicultivo.

Los resultados de dos estudios genéticos separados (involucrando análisis dialélicos completos de nueve progenitores y el sistema de apareamiento N.C. Design II que incluye 80 progenitores) señalan aquel: 1) mientras en las generaciones F1 las acciones de genes aditivas y no aditivas fueron importantes, en las generaciones F2 y posteriores sólo la acción de genes aditiva fue responsable de la herencia de rendimiento y componentes del rendimiento; 2) la heredabilidad en sentido estricto del rendimiento de semilla y vainas/planta era baja (33-39%), la de semillas/vaina era moderadamente alta (54%), y la de peso de semilla era muy alta (88%); 3) las ganancias genéticas esperadas para rendimiento eran positivas y altas (6%) cuando el rendimiento de semilla per se y el peso de semilla (7%) se usaron como criterios de selección pero la respuesta correlacionada para rendimiento fue negativa o no significativa cuando se hicieron selecciones indirectas para vainas/planta y semillas/vaina--los dos rasgos positivamente asociado con el rendimiento de semilla; 4) la mayoría de los cultivares comerciales de semilla pequeña, líneas distribuidas tradicionales y nuevas, cultivados ampliamente en América Latina y usados como donantes de resistencias deseables para muchos factores limitantes de la producción, poseían capacidad de combinación general (CCG) negativa para rendimiento, y 5) su CCG y potencial de rendimiento se podía mejorar al cruzarlos con algunas accesiones de los altiplanos semiáridos de México (acervo genético 5).

Esta información se usó para diseñar dos experimentos diferentes de selección para rendimiento en ambientes de estrés altos y bajos en Quilichao y Popayan. Dos poblaciones híbridas participando a progenitores que pertenecen a acervos genéticos de semilla pequeña 2 y 3 se utilizaron a Quilichao. Seis cruzamientos se utilizaron en Popayan; 2 de potencial bajo, dos de potencial intermedio y dos de potencial alto de rendimiento. Los primeros dos grupos de cruzamientos fueron de progenitores

que pertenecían a los acervos genéticos 2 y 3 y dos cruzamientos de alto potencial de rendimiento involucraron progenitores que pertenecían a los acervos genéticos 3 y 4 por un lado y del acervo genético 5 en el otro. Los dos ambientes de estrés variaron con respecto a la cantidad de cal y fertilizantes aplicados, así como inoculación de enfermedades vs condiciones protegidas. Se realizaron selecciones masales en generaciones segregantes para obtener rendimiento de semilla. Los resultados de los dos experimentos fueron similares en que no hubo una diferencia significativa en el comportamiento medio de las líneas seleccionadas de los ambientes de estrés alto y bajo (Cuadro 2 y 3). Aunque la selección por rendimiento fue efectiva en todos los cruzamientos en comparación de los padres utilizados en comparación de los padres utilizados en ambos ambientes, las líneas con rendimientos significativamente altos en comparación con el progenitor de alto rendimiento y el mejor cultivar de control se derivaron sólo del cruzamiento de alto rendimiento en Popayan (Cuadro 4 y 5). Por lo tanto, la selección de progenitores y el conocimiento de CCG desempeñaron una función clave en la selección por rendimiento. Se han iniciado experimentos similares que incluyen acervos genéticos de América Andina del Sur. Además, se están investigando el efecto de localidad, métodos de mejoramiento, sistema de cultivo, población de planta, y criterios de selección para mejoramiento por rendimientos.

Cuadro 1. Patrones de variación en frijol seco cultivado; acervos genéticos propuestos; días estiamdos hasta la madurez; potencial de rendimiento.

ORIGEN	MESOAMERICA						AMERICA ANDINA DEL SUR					
Tipo semilla	SEMILLA PEQUENA				MEDIUM SEEDED		SEMILLA MEDIANA Y GRANDE					
Adaptación	(TIERRAS BAJAS)				(ALTIPLANO)		(ALTURAS INTERMEDIAS)				(TIERRAS ALTAS)	
Hábito Crecim.	I	II	III	IV	III	IV	I	II	III	IV	III	IV
									Elg.	Rnd.	Det.	Ind.
Rendimiento (kg/ha)	3000	4500	5000	6000	5000	6000	3000	3500	4000	4000	5000	6000
Madurez (Días)	70-90	80-110	80-120	120-150	100-120	130-150	70-90	90-120	100	130	210	280
Acerbo Gen.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Cuadro 2. Cuadrados mínimos del análisis de varianza de rendimiento de semilla, componentes del rendimiento y días a la madurez de líneas de frijol seco relacionadas en ambientes de bajo y de alto estrés en CIAT-Popayán, Colombia.

C U A D R A D O S M I N I M O S						
Fuente	d.f.	Rendimiento (kg/ha)	Número de vainas	Número de semillas	Peso de 100 semillas (g)	Madurez días
Año	2	740390*	233234*	9490941*	170.0*	2329.0**
Niveles de estrés	1	3059290**	1571530**	31178229**	763.0**	625.0**
Cruzamientos (C)	5	591745**	104272**	2010376**	1901.6**	1186.0**
Origen de las líneas (O)	1	4410	52173**	1046255**	107.0**	74.0**
Líneas (C x O)	60	24436**	13908**	319385**	54.4**	195.1**
Parientes	4	53403**	14307**	322036**	179.7**	112.0**
Testigos	3	4997	32017**	474752**	184.7**	65.3**
Error	384	3096	1887	44791	1.4	1.3

*,** Significativo a P = 0.05 y P = 0.01, respectivamente.

Cuadro 3. Cuadrados medios de análisis de variancia por rendimiento de semilla, componentes del rendimiento y días a la madurez de líneas de frijol seco seleccionadas en ambientes de bajo y alto estrés en CIAT-Quilichao, Colombia.

Fuente	C U A D R A D O S M I N I M O S			
	d.f.	Rend. (kg/ha)	Peso de 100 semillas (g)	Días a madurez
Año y estaciones	3	112813721**	789.27**	939.39**
Niveles de estrés	3	345200143**	973.44**	520.98**
Cruzamientos (C)	1	2368800**	267.96**	283.27**
Fuente de líneas (S)	1	122438	15.23**	19.04*
Línea (C x S)	52	277816**	17.51**	10.95**
Progenitores	3	884419**	66.88**	22.80**
Testigos	3	686776**	114.98**	4.33
Error	392	50215	0.91	2.31

Cuadro 4. Rendimiento, coeficiente de regresión (b), y coeficiente de determinación (R^2) para líneas de frijol seco seleccionadas en ambientes de bajo (B) y alto (A) estrés en CIAT-Popayan, Colombia.

Identificación	Rendimiento (kg/ha)									
	1984		1985		1986		Media		b	R^2
	B	A	B	A	B	A	B	A		
A 114 x (Flor de Mayo x AB 136)										
LSL	4782	2924	4155	2878	6560	3835	5166	3212	1.75*	0.87
LSH	4789	3455	4109	3523	6372	4154	5090	3711	1.31	0.84
A 113 x G 1805										
LSL	3898	2342	3336	2958	4825	3339	4020	2880	1.09	0.97
LSH	3579	2211	3243	2603	3682	3004	3501	2606	0.69*	0.91
A 175 x (G 2333 x A 62)										
LSL	3594	1622	3222	2814	4418	3216	3745	2551	1.19	0.96
LSH	3875	2183	3249	2646	4522	3193	3882	2674	1.08	0.97
A 62 x (A 77 x G 13224)										
LSL	3769	2214	2836	2444	3940	2790	3515	243	0.83	0.85
LSH	3658	2394	3131	2473	4215	3229	3668	2699	0.85	0.91
G 5059 x (G 3393 x A 175)										
LSL	2848	1488	3193	2606	3703	2712	3248	2269	0.88	0.86
LSH	3113	1333	3373	2385	3441	2179	3309	1966	0.92	0.75
A 140 x (G 3038 x G 1274)										
LSL	2222	1101	2364	2151	3528	2407	2705	1886	0.92	0.86
LSH	2365	1044	2908	2662	3782	2584	3018	2097	0.99	0.74

Cuadro 4 continuación

CONTINUE

Identificación	Rendimiento (kg/ha)								b	R ²
	1984		1985		1986		Media			
	B	A	B	A	B	A	B	A		
Progenitores	3126	1362	2523	2209	3502	2553	3050	2041	0.98	0.96
Testigos	3406	2037	3207	2675	3049	2825	3221	2512	0.48*	0.62
Media	3563	2104	3336	2715	4336	3057				
LSD (.05)	1230	857	1064	854	1509	1022				
CV (%)	18	22	17	16	18	17				

* Significativamente diferente de uno.

Cuadro 5. Rendimiento de semilla, coeficiente de regresión (b), y coeficiente de determinación (R^2) de líneas de frijol seco seleccionadas (LS) en ambientes de bajo (B) y alto (A) estrés en CIAT-Quilichao, Colombia.

Identificación	Rendimiento (kg/ha)											
	1985		1986 A		1986 B		1987		Media		b	R^2
	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A		
A 286 x (G 5059 x a 80)												
LSL	3532	1279	1713	548	1465	805	1373	650	2021	821	1.05	0.99
LSH	3583	1333	1565	551	1365	777	1398	616	1978	819	1.07	0.99
A 286 x ICA Pijao												
LSL	3216	1274	1611	547	1349	719	1270	566	1862	777	0.94	0.99
LSH	3616	1052	1616	465	1335	683	1164	423	1933	656	1.15	0.99
Progenitores	3073	1188	1506	475	1207	678	1171	660	1739	750	0.88	0.99
Testigos	3277	1381	1588	583	1421	877	1416	588	1925	857	0.93	0.99
Media	3448	1241	1616	528	1370	750	1300	571				
LSD (.05)	694	605	372	204	343	266	432	466				
CV (%) 10	24	11	19	13	18	17	41					

E. MEJORAMIENTO DE CARACTERES. DESARROLLO DE SOLUCIONES PARA LOS PROBLEMAS MAYORES

1. Limitaciones de suelo/nutrición

a. FIJACION DE NITROGENO

La deficiencia de nitrógeno limita la producción en muchas áreas de cultivo de frijol como lo muestra las respuestas a fertilizantes nitrogenados que han sido observadas. Frecuentemente se recomienda a los agricultores aplicar por lo menos dosis mínimas de este nutrimento. La investigación dirigida hacia el incremento de la fijación biológica de nitrógeno se enfoca en el mejoramiento de ambos componentes de la simbiosis, el genotipo de la planta y la cepa de Rhizobium. Adicionalmente el manejo agronómico y factores del suelo que pueden limitar la expresión del potencial mejorado son estudiados en ensayos a nivel de fincas.

Ficomejoramiento para aumentar la fijación

Un programa de selección recurrente para mejorar la fijación en frijoles indeterminados con semillas pequeñas fué iniciado hace aproximadamente 10 años, utilizando materiales "buenos fijadores" tales como: Puebla 152, BAT 332 y BAT 76 como padres. Líneas RIZ están seleccionadas con base a su desempeño por una serie de caracteres asociados con fijación de N_2 en varias localidades.

Por ejemplo ver Tabla 1 para selección de líneas RIZ de un grupo de materiales con semillas de color crema.

Los criterios incluyen: nodulación, vigor, N total en la planta y rendimiento de grano, todos en condiciones de bajo N mineral con inoculación de Rhizobium. Se eliminan las líneas muy susceptibles a roya, añublo bacteriano, Ascochyta o antracnosis.

Los resultados de estudios, utilizando el método de dilución del isótopo ^{15}N , para cuantificar el N_2 fijado por algunas líneas de RIZ y sus progenitores, señalaron que en general las líneas RIZ fijaron más N_2 (ver informes de 1985 y 1986). Se han evaluado algunas líneas RIZ adicionales y algunas "favoritas" nominadas por los mejoradores usando el mismo método, en dos localidades durante dos estaciones. En el primer semestre en CIAT-Palmira no se observó fijación en ninguno de los materiales y la nodulación fue muy pobre. Las tasas altas de mineralización de nitrógeno pueden haber sido en parte responsables, sin embargo los muy bajos rendimientos en ese semestre señalan que otros factores también influyeron. Los resultados de las pruebas del segundo semestre se muestran en los Cuadros 2 y 3. Las cantidades de N_2 fijado varían de 9 a 51 kgN/ha en 68 días, y menos de la mitad del N de la planta proveniente de la fijación. Las líneas RIZ no mostraron ventaja obvia sobre los materiales de otros programas de mejoramiento. BAT 477 y RIZ 32 fijaron

cantidades grandes de N_2 y WTE 3 y RIZ 44 fueron pobres en ambas localidades. Cuando estos mismos materiales fueron evaluados por Gudni Hardarson en el IAEA en Austria, WTE 3 fué también el más pobre y entre los mejores estuvieron RIZ 32 y RIZ 68, fijando más de 100 kg de N/ha. La diferencia más notable fue RIZ 44 que fué excelente en Austria y muy pobre en Colombia.

Aunque el método de la dilución del isótopo ^{15}N es muy útil para cuantificar la fijación de N_2 por unas pocas líneas, este método es demasiado costoso para hacer selecciones rutinarias. Las evaluaciones de nodulación junto con otros caracteres asociados a la fijación, permiten frecuentemente la diferenciación entre los mejores y peores materiales fijadores; por ejemplo, en los experimentos registrados en los Cuadros 2 y 3, RIZ 68 y BAT 477 tuvieron la mejor nodulación (área bajo las curvas de número de nódulos rojos vs tiempo) tanto en Palmira como Quilichao. El RIZ 32 fué particularmente bueno en nodulación temprana lo que puede haber originado su buena fijación. Usando la nodulación como un criterio de evaluación WTE 3 y RIZ 53 fueron considerados los más pobres en fijación. El RIZ 53 fué atacado por virus en Quilichao pero en Palmira fué uno de los mejores para la fijación, aunque la nodulación fué pobre. En los datos de reducción de acetileno se notó que la actividad específica de los nódulos era particularmente alta en RIZ 53, una característica anteriormente observada en RIZ 30.

Con la identificación de materiales buenos para caracteres específicos asociados con la fijación de N_2 , la presente estrategia para el mejoramiento de la fijación en frijol arbustivo indeterminado de semilla pequeña consiste en trabajar por la combinación de estos caracteres. En 1987, se cruzaron genotipos buenos para los siguientes caracteres: nodulación precoz, senescencia tardía de nódulos, masa máxima de nódulos, índice de cosecha de nitrógeno, vigor vegetativo, actividad específica de nódulos y potencial de rendimiento. Obviamente una área prioritaria es la evaluación detallada de más germoplasma para identificar mejores progenitores con estas características deseables. Las indicaciones preliminares están promisorias porque ya se han identificado materiales superiores a las líneas RIZ y otros testigos buenos en la fijación para por lo menos algunos de los caracteres antes mencionados.

Como se informó en 1986 (Informe Anual), un programa de mejoramiento para aumentar la fijación en materiales de semilla mediana a grande promisorios para África se ha iniciado. La evaluación de germoplasma para encontrar buenos padres incluyó la medición de la nodulación, nitrógeno de la planta y rendimiento de 12 variedades en condiciones de baja y alta disponibilidad de nitrógeno mineral. Algunos de los materiales era repetidos del año pasado y los resultados fueron similares; Ancash y Tostado nodularon bien, mientras el que Natal Sugar y Kabanima fueron pobres. Ver Cuadro 4 para valores relativos de nodulación de los materiales en los dos tratamientos de nitrógeno. Se identificaron dos variedades nuevas de buena nodulación: Canadian

Wonder Moshi y Masai Red. GLP-24 tuvo senescencia de nódulos bastante tardía y la nodulación de la variedad de Tanzania, T-3 fué significativamente menos sensible al nitrógeno mineral, un carácter deseable particularmente en sistemas de cultivos mixtos donde la no leguminosa se fertiliza. El N en la planta y el rendimiento de granos de estas variedades se muestran en el Cuadro 5. El índice de respuesta al nitrógeno (IRN) fué negativo para algunos materiales por lo tanto el tratamiento con alto nivel de nitrógeno mineral no sirvió como un indicador del potencial de la planta; sin embargo fué interesante notar que en general fueron las variedades de mala nodulación las que respondieron al nitrogen mineral. Hubo correlaciones lineales significativas ($P = 0.05$) entre rendimiento de semilla en el tratamiento de bajo N y el número total de nódulos y el número de nódulos a los 56 días ($r = 0.602$ y $r = 0.695$ respectivamente). No hubo relación entre rendimiento de nitrógeno en los tratamientos de bajo y alto N ($r = 0.094$); sin embargo, como se ha observado en pruebas anteriores, el cambio en el ordenamiento de genotipos entre los dos tratamientos no fué notable con respecto al rendimiento de granos ($r = 0.667$).

El programa de retrocruzamiento para aumentar la fijación en variedades bien adaptadas pero de mala nodulación como Mutiki 2 y Rubona 5 incluye la selección para nodulación precoz en generaciones F2 y F3 de poblaciones BC(1) y BC(2), luego las selecciones se multiplican para evaluaciones en campo con baja y alta disponibilidad de N mineral. En 1987, se hicieron selecciones de poblaciones BC(1)F3, BC(2)F2 y BC(2)F3 del cruzamiento Mutiki 2 x RIZ 29; también de poblaciones F2 y BC(1)F2 de seis otros materiales "africanos" cruzados con RIZ 23. Además del programa de retrocruzamiento, otros cruzamientos se han hecho entre variedades con diferentes caracteres positivos para la fijación; por ejemplo, Canadian Wonder Moshi, (buena nodulación precoz), Tostado (muchos nódulos a la floración) y Naivasha (senescencia tardía de nódulos).

Mutantes de nodulación

Mutantes de fríjol que no nodulan o que forman nódulos inefectivos son necesarios para facilitar la cuantificación de nitrógeno fijado por los métodos de ^{15}N o diferencia. También podrían ser útiles para estudios básicos de genética y fisiología de la fijación. Se determina que el pobre rendimiento por los mutantes no-noduladores, NOD 109 y 125 (ver informe anual 1986), es debido a la baja viabilidad de polen (aproximadamente 2%). Se espera que el carácter no-nod puede ser aislado en las progenies de las retrocruzas. El NOD 238 es otra mutante interesante que nodula inefectivamente. Un rango de cepas de Rhizobium fueron probadas este año. Con el NOD 238 y todas formaron nódulos inefectivos.

Dos mil semillas de las variedades Huetar y Talamanca fueron tratadas con dosis de radiaciones gama de 5 a 20 Krad y también, con varias concentraciones de EMS hasta 0.075% por 2 h. Las

semillas se sembraron en el campo, pero aún a las dosis mas altas las tasas de mutación fueron bajas. Trescientas plantas M2 de cada variedad se evaluaron para mutaciones en la nodulación pero ninguna fué prometedoras. Ojalá el trabajo básico en standarización de métodos de mutación para el frijol, que se efectúa en colaboración con la Universidad de Napoli en Italia ayude en este campo.

Colección y evaluación de cepas de Rhizobium

El trabajo sobre el componente bacteriano de la simbiosis se ha centrado en tres áreas principales: mantenimiento y caracterización de la colección de cepas; selección de cepas efectivas y competitivas; y estudios ecológicos sobre nodulación por Rhizobium inoculado.

Un conjunto de 100 cepas de la colección se usó para desarrollar un sistema de caracterización para Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli. Se buscaron métodos simples y de bajo costo; aquellos que puedan ser usados por colaboradores en programas nacionales para identificar variabilidad y para asegurar pureza y mantenimiento de las cepas ya probadas. Se definieron algunas categorías morfológicas, fisiológicas y serológicas. Los caracteres de morfología de colonias incluyen tasa de crecimiento, producción de goma, forma de la colonia, apariencia, producción de ácidos, y textura cuando se siembran en condiciones definidas. Los parámetros fisiológicos incluyen tasas de crecimiento en medios con diferentes niveles de pH de 4.5 a 6.8, crecimiento a diferentes temperaturas y tolerancia a altas concentraciones de sal (NaCl). Las cepas se caracterizaron serológicamente contra ocho antisueros usando inmunodifusión o ELISA. Esta información, junto con resultados de pruebas de infectividad en jarras de Leonard y estudios de efectividad en condiciones de suelo se codificarán en el catálogo nuevo que se está preparando. Una fotografía de la cepa cultivada en levadura manitol agar por 16 días a 20C se archivará.

La incapacidad de las cepas de Rhizobium inoculadas para sobrevivir y competir contra las poblaciones nativas abundantes frecuentemente inefectivas del suelo, limita gravemente el mejoramiento de la simbiosis Rhizobium-frijol. Dos años atrás se inició un programa de evaluación y selección de cepas en suelo en el invernadero, utilizando la respuesta en crecimiento de las plantas a la inoculación, como el indicador de una cepa efectiva y competitiva. Este trabajo continuó en 1987 con la evaluación de 30 cepas en dos suelos. Algunos acondicionamientos se han hecho en la metodología: la adición de 0.4% harina de yuca demostró ser más efectiva que la lixiviación para disminuir el nitrógeno mineral; y el tamaño de maceta y régimen de riego se han cambiado para facilitar el mantenimiento de la humedad del suelo cuando las plantas están muy grandes.

Para estudiar la sobrevivencia y la competencia de cepas de Rhizobium inoculadas es necesario poder identificar, rápidamente

y eficazmente, la cepa presente en los nódulos. El método serológico ELISA se ha usado con éxito con algunos otros sistemas Rhizobium-leguminosa, se trabajó en este año para montar el método para estudios de competencia de R. phaseoli. Un estudio preliminar se efectuó (en jarras de Leonard) en el cual dos genotipos de frijón (BAT 76 y Frijolica 03.2) se inocularon con varias concentraciones de dos cepas de Rhizobium (CIAT 632 y CIAT 652). Después de 40 días la proporción de nódulos formada por cada una de las cepas se determinó usando ELISA. Los resultados se muestran en el Cuadro 6 y se puede concluir que la cepa 652 fue más competitiva que la 632 en estas condiciones controladas, sin embargo hubo una interacción entre cepa y genotipo (CIAT 632 compitió mejor con Frijolica 0-3.2 que con BAT 76). Un número de nódulos sorprendentemente grande contenía ambas cepas; para determinar si esta ocupación doble ocurre al mismo grado en un ambiente de suelo se hará un estudio adicional. La respuesta de BAT 76 a la inoculación en dos suelos diferentes se muestra en la Figura 1. Aunque los nódulos no se tipificaron en este experimento el comportamiento mejor de la cepa 652 es consistente con la confirmación de ser más competitiva. Pruebas de inoculación se están realizando en fincas en varias zonas y se está evaluando la competitividad de estas dos cepas. Esta información debe ayudar en la comprensión de las respuestas variables a la inoculación observadas en fincas (ver sección de Agronomía a Nivel de Finca, América Latina).

Cuadro 1. Selección de líneas RIZ por mayor potencial para fijar N₂ (los mejores materiales en cada categoría están subrayados).

Líneas	Nodulación V ₄ ^{1/}			Nodulación R6			Calificación R6			Rendimiento (bajo N) ^{3/}			Rendimiento (alto N)	Rendimiento de N ^{4/}	Calidad de la Semilla ^{5/}	
	C	S	P ^{2/}	C	S	P	C	S	P	C	S	P	P			
879-	8	13	30	5	82	48	4	4	4	10	7	8	10	249	2	
884-	12	20	32	<u>17</u>	<u>157</u>	77	4	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>15</u>	13	12	13	<u>409</u>	2	RIZ 101
41-14-	12	14	<u>46</u>	2	105	<u>167</u>	4	4	4	<u>17</u>	10	8	13	372	1	
45-8-	<u>13</u>	7	26	1	<u>145</u>	47	4	4	4	11	<u>14</u>	11	<u>16</u>	<u>408</u>	2	RIZ 102
45-1-9-	2	14	17	1	103	84	5	5	3	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>14</u>	<u>17</u>	347	<u>3</u>	RIZ 103
45-9-2-	5	12	34	3	124	<u>181</u>	4	<u>3</u>	3	13	10	<u>14</u>	14	<u>433</u>	2	
40-16-	<u>18</u>	<u>25</u>	<u>35</u>	5	88	55	<u>3</u>	5	5	14	11	12	<u>16</u>	324	2	RIZ 104
45-1-7-3	6	13	25	<u>15</u>	122	61	4	5	3	<u>16</u>	12	13	15	358	1	
41-17-4-	11	<u>28</u>	29	3	98	56	4	4	<u>2</u>	10	7	10	14	332	2	
41-3-	<u>34</u>	16	23	14	<u>167</u>	122	4	4	3	14	11	11	12	285	1	
40-13-	10	8	34	9	<u>158</u>	85	5	5	4	14	<u>14</u>	10	<u>16</u>	375	1	
45-9-4-	<u>21</u>	19	32	<u>15</u>	122	70	4	5	3	12	<u>14</u>	11	13	330	1	
45-1-7-1	4	<u>24</u>	31	7	62	62	4	6	5	14	8	<u>14</u>	<u>18</u>	371	2	
41-17-1-	12	<u>24</u>	<u>54</u>	4	90	<u>130</u>	<u>3</u>	4	<u>2</u>	12	9	<u>14</u>	12	332	1	
RIZ 29	12	12	<u>36</u>	<u>23</u>	135	88	4	4	3	15	13	12	13	382	2	
RIZ 34	7	19	<u>51</u>	14	<u>147</u>	126	4	4	4	11	14	10	13	-	2	

1/ Número de nódulos rojos/planta

2/ CIAT-Palmira (C), Santander de Quilichao (S), Popayan (P), Invernadero (I)

3/ g/planta

4/ mg/planta, cultivo en arena

5/ 3-aceptable, 1-muy pobre

Cuadro 2. Fijación de nitrógeno por nueve genotipos de frijol cultivados en CIAT-Palmira.

Genotipo	% de ^{15}N en exceso	N fijado kg/ha	% N de la fijación
BAT 477	0.074	51	49
RIZ 32	0.082	50	43
RIZ 53	0.089	39	37
BAT 1554	0.089	36	39
RIZ 68	0.080	36	50
RIZ 30	0.087	31	40
DOR 41	0.091	27	37
RIZ 44	0.097	23	33
WTE 3	0.118	18	19
SORGO	0.145		
ES	0.0108	7.3	8.3

Cuadro 3. Fijación de nitrógeno por nueve genotipos de fríjol cultivados en Santander de Quilichao.

Genotipo	N total kg/ha	% de ^{15}N en exceso	N fijado kg/ha	% N de la fijación
BAT 477	100	0.247	41	40
RIZ 68	93	0.250	37	40
RIZ 32	101	0.276	35	33
DOR 41	92	0.282	29	32
RIZ 30	71	0.250	29	39
BAT 1554	72	0.259	27	37
RIZ 44	71	0.273	24	34
WTE 3	54	0.291	18	30
RIZ 53	36	0.315	9	24
ES	11	0.0147	6.7	3.6
SORGO	57	0.412		
ES	14.6	0.0360		

Cuadro 4. Duración total de nódulos (area bajo las curvas de número de nódulos rojos versus tiempo) de 12 genotipos en suelo con baja y alta disponibilidad de nitrógeno mineral (Popayán 1987A).

GENOTIPO	BAJO N	ALTO N
Ancash 66	15.00	9.10
Tostado	14.95	8.33
Canadian Wonder Moshi	9.90	4.87
Masai Red	8.13	4.38
GLP-24	7.97	4.95
Canadian Wonder Mbeya	6.83	3.88
RIZ 29	6.15	4.43
T-3	5.89	5.13
Rubona 5	5.42	4.19
Natal Sugar	4.30	3.49
T-23	4.11	2.60
Kabanima	4.04	3.18

^{1/} Hubo poca variación en el tamaño de los nódulos dentro de un tratamiento, pero el tamaño de los nódulos en el tratamiento con alto N fué de aproximadamente la mitad de los del tratamiento con bajo N.

Cuadro 5. Nitrógeno en la planta (tratamiento de bajo N) e índice de respuesta al nitrógeno en R-7 y el rendimiento en R-9 de 12 genotipos (Popayán 1987A).

GENOTIPO	N TOTAL (g/planta)	IRN %	GRANO (g/planta)
C. W. Mbeya	0.524	-45	10.41
Ancash 66	0.408	22	12.48
RIZ-29	0.404	-19	10.51
Masai Red	0.390	4	10.01
Tostado	0.382	-9	11.53
Rubona 5	0.347	36	10.43
T-3	0.341	21	9.57
Natal Sugar	0.325	28	9.16
GLP-24	0.314	23	9.58
C. W. Moshi	0.313	-12	8.54
Kabanima	0.266	26	8.50
T-23	0.231	35	6.53
SE	0.047	12.1	0.60
P 0.05	S	S	S

Cuadro 6. Competitividad de dos cepas de Rhizobium en la
formación de nódulos en BAT 76 y Frijolica 03.2.

<u>Tratamiento de inoculación</u> No. de Células x 10 ⁸	<u># de nódulos que reaccionan con los</u> <u>dos antisueros</u> ^{1/}			
	<u>BAT 76</u>		<u>FRIJOLICA</u>	
	632	652	632	652
5.0 : 0	24	0	24	0
4.99: 0.01	12	21	21	16
4.0 : 1.0	7	23	23	24
2.5 : 2.5	8	23	9	17
1.0 : 4.0	12	23	8	21
0.01: 4.99	2	24	10	23

^{1/} Se evaluaron 48 nódulos (12 x 4 reps) por tratamiento, 24 con cada antisuero.

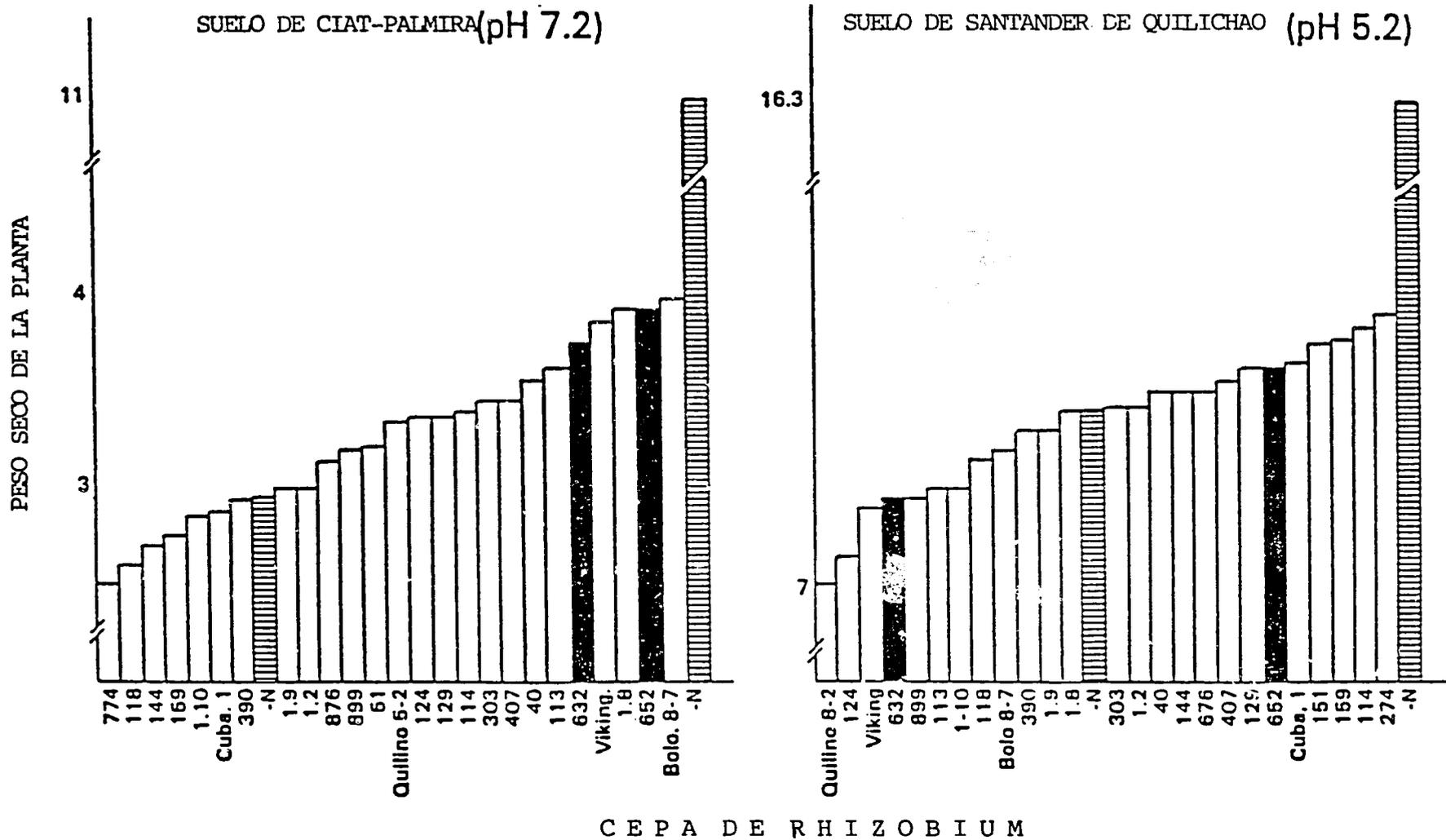


Figura 1. Crecimiento de BAT 76 en dos suelos inoculados con 25 diferentes cepas de Rhizobium.

b. BAJO CONTENIDO DE FOSFORO DEL SUELO Y SUELOS ACIDOS

El bajo fósforo del suelo es probablemente la limitación más generalizada de la producción agrícola en los trópicos. Las diferencias en la tolerancia a suelos con bajo P se reconoció temprano por parte del Equipo de Frijol de CIAT (Informe Anual de CIAT, 1976). Los cultivares adoptados y utilizados en Brasil, en particular Carioca y Rio Tibagi, resultaron ser relativamente tolerantes en estudios llevados a cabo en la estación de investigaciones de CIAT en Santander de Quilichao.

La existencia de diferencias genéticas y el buen comportamiento de cultivares ya en uso implicó dos cosas: que sería necesario por lo menos mantener el nivel de tolerancia ya disponible en cultivares comerciales; y que puede ser posible aumentar la tolerancia trabajando activamente con ese fin. Cualquiera de estas metas implica un esfuerzo consciente para medir el rendimiento bajo condiciones de bajo P, ya que el rendimiento es el único criterio disponible para juzgar la tolerancia.

Aunque un proyecto de mejoramiento se estableció para aumentar la tolerancia, ha habido poco progreso, uno de los problemas importantes todavía sigue siendo la falta de un criterio adecuado de selección que se puede usar en poblaciones segregantes y líneas de generación temprana. Mientras la selección con confianza en poblaciones segregantes no es todavía posible, el programa continúa examinando líneas avanzadas para identificar materiales superiores para incorporar en el programa de mejoramiento.

Los cuadros 1 y 2 muestran los genotipos de hábitos de crecimiento II e III respectivamente, de dos épocas de siembra, que eran superiores a las variedades de control respectivas, Rio Tibagi y Carioca, bajo condiciones de estrés de fósforo (12 kg P/ha aplicado como fosfato supertriple en franjas). Los datos de 1986 A se presentaron anteriormente pero están incluidos aquí para efectos de comparación. Se puede ver que la ventaja de las líneas seleccionadas con relación a los controles fue mayor bajo estrés de fósforo que sin estrés, lo cual señala que su superioridad se debe a más que sólo la adaptación local. Un estudio de los pedigrees de estas líneas sugiere que su tolerancia se deriva del germoplasma de México, Costa Rica, Brasil y posiblemente otros países. Otros datos más preliminares (basados en una sola época de siembra y en consecuencia no presentados aquí) sugieren que varias razas nativas centroamericanas asimismo tienen un grado de tolerancia al fósforo bajo, como nos han sugerido algunos agrónomos en la región. Los orígenes diversos del germoplasma tolerante ofrecen la esperanza de obtener diversidad genética de genes de tolerancia, y en consecuencia de lograr un progreso genético.

Otro desarrollo importante en el proyecto de fósforo fue el establecimiento de una Prueba Internacional de Rendimiento en

Fósforo, incluyendo los mejores genotipos del programa con base en Colombia y los mejores del programa con base en Brasil. Esta prueba que consiste en 49 genotipos, se sembrará inicialmente en varios sitios en Colombia y en CNPAF, Brasil, para tratar de determinar cuál es la correlación existente entre resultados a través de sitios.

El programa continuó evaluando tolerancia a toxicidades de suelos ácidos (en particular aluminio) como en años pasados. En los Cuadros 3 y 4 datos se presentan para genotipos de hábito de crecimiento II e III que produjeron tan bien o mejor que las variedades de control en dos estaciones de siembra. Mientras muchos genotipos sí repitieron en las dos épocas, su relación como un % de los controles no fue uniforme durante estaciones. En la primera estación, la mayoría de los genotipos seleccionados tipo II produjeron relativamente mejor bajo estrés, sugiriendo una tolerancia superior. La situación en la segunda estación no fue tan clara.

Cuadro 1. Rendimiento (kg/ha y % testigo), con y sin estrés de P, de genotipos de hábito de crecimiento tipo II que superaron al testigo en dos épocas de siembra bajo estrés.

	1986 A				1986 B			
	Sin estres	% testigo	Con estrés	% testigo	Sin estrés	% testigo	Con estrés	% testigo
BAT 1432	3066	(109)	1574	(156)	2609	(129)	1366	(168)
NAG 1	3458	(123)	1339	(133)	2488	(123)	1275	(156)
XAN 78	3153	(112)	1275	(127)	2603	(129)	1207	(148)
G 4454	2923	(104)	1204	(120)	2339	(116)	1161	(142)
BAT 1467	3228	(115)	1205	(120)	2325	(115)	947	(116)
NAG 183	3715	(132)	1176	(117)	2547	(126)	1108	(136)
A 283	3182	(113)	1105	(110)	2692	(133)	1337	(164)
NAG 161	3464	(123)	1203	(119)	2174	(107)	1150	(141)
BAT 76*	2407	(85)	803	(80)	1873	(93)	548	(67)
G 4495*	3029	(108)	463	(46)	2369	(118)	543	(67)
Río Tibagi (Testigo)	3806		1003		2015		813	
DMS	41		48		32		40	

* Materiales contrastantes sensibles al bajo P.

Cuadro 2. Rendimiento (kg/ha y % testigo), con y sin estrés de P. de genotipos de hábito de crecimiento tipo III que superaron al testigo en dos épocas de siembra bajo estrés.

	1986 A				1986 B			
	Sin estres	% testigo	Con estrés	% testigo	Sin estrés	% testigo	Con estrés	% testigo
BAT 271	2979	(98)	1409	(146)	1661	(109)	755	(116)
G 11893	2392	(79)	1204	(124)	1155	(75)	726	(111)
RAB 404	2867	(94)	1359	(140)	1899	(124)	668	(102)
NAG 195	2828	(93)	1257	(130)	1798	(118)	689	(06)
RAO 33*	2368	(78)	464	(48)	1288	(84)	374	(57)
Carioca								
(Testigo)	3024		965		1523		650	
DMS	80		22		72		18	

* Material sensible al bajo P.

Cuadro 3. Rendimiento (kg/ha y % testigo) de genotipos de hábito de crecimiento tipo II que fueron superiores al testigo en estrés de acidez de suelo en dos épocas de siembra en Santander de Quilichao.

	1986 A				1986 B			
	Sin estrés	% testigo	Con estrés	% testigo	Sin estrés	% testigo	Con estrés	% testigo
G 4000	2713	(96)	1435	(140)	2005	(100)	844	(111)
G 4454	2923	(104)	1373	(134)	2339	(116)	807	(106)
G 4495	3029	(108)	1413	(138)	2369	(118)	1183	(155)
BAT 1432	3066	(109)	1206	(118)	2609	(129)	820	(107)
BAT 1467	3228	(115)	1422	(139)	2325	(115)	851	(112)
BAT 1647	3395	(121)	1614	(158)	2511	(125)	994	(131)
DOR 227	3198	(114)	1464	(143)	2188	(109)	1086	(142)
NAG 11	3733	(133)	1839	(180)	2671	(133)	804	(106)
NAG 45	3137	(112)	1681	(164)	2233	(111)	1047	(138)
NAG 51	3387	(121)	1426	(139)	2509	(125)	980	(129)
NAG 160	3176	(113)	1537	(150)	2465	(122)	912	(120)
NAG 163	3230	(115)	1361	(133)	2691	(134)	966	(127)
NAG 171	3081	(110)	1331	(130)	1812	(89)	979	(129)
NAG 176	2767	(99)	1258	(123)	2409	(120)	822	(108)
RAB 353	3110	(111)	1292	(126)	2190	(109)	875	(115)
RAB 381	3025	(108)	1274	(125)	2004	(99)	762	(100)
XAN 78	3153	(112)	1350	(132)	2603	(129)	775	(102)
XAN 151	3501	(125)	1523	(149)	2603	(129)	845	(111)
Rio Tibagi (Testigo)	2806		1023		2015		760	
LSD	41		52		32		53	

Cuadro 4. Rendimiento (kg/ha y % testigo) de genotipos de hábito de crecimiento tipo II que fueron superiores al testigo bajo estrés de acidez de suelo en dos épocas de siembra en Santander de Quilichao.

	1986 A				1986 B			
	Sin estrés	% testigo	Con estrés	% testigo	Sin estrés	% testigo	Con estrés	% testigo
FEB 17	3194	(106)	602	(334)	2151	(141)	1753	(158)
RAB 429	2501	(83)	434	(241)	1849	(121)	1379	(125)
RAB 404	2867	(95)	503	(279)	1899	(125)	1283	(116)
RAB 48	2572	(85)	485	(269)	932	(61)	1215	(109)
BAT 271	2979	(99)	400	(222)	1661	(109)	1168	(105)
G 1 8244	2031	(67)	465	(258)	1292	(85)	1240	(112)
Carioca								
(Testigo)	3024		180		1523		1105	
DMS	80		51		72		74	

2. Patógenos Causados por Hongos

Introducción

Las actividades de investigación más importantes de patología de Fríjol se relacionan con el manejo de enfermedades causadas por hongos y bacterias a través de una estrategia integrada. Esta estrategia enfatiza el mejoramiento por resistencia a las enfermedades y las prácticas culturales.

Los esfuerzos de investigación se concretan en las enfermedades del fríjol que son económicamente más importantes y difundidas. Estas son: antracnosis, mancha angular, y roya (causadas por hongos) y bacteriosis común (causada por una bacteria). También se investigan, pero con menos énfasis, otras enfermedades que son económicamente importantes pero cuya difusión está limitada a ciertas regiones específicas que cultivan fríjol. Estas enfermedades son: la mustia hilachosa y la ascochyta (causadas por hongos) y el añublo de halo (una enfermedad bacteriana). Algunos esfuerzos están también dedicados a pudriciones de la raíz que son enfermedades muy generalizadas pero que tienen una importancia económica limitada y en zonas muy específicas.

Las evaluaciones de la reacción del germoplasma de fríjol a los patógenos más importantes del fríjol se realizan rutinariamente con los materiales de: (1) el banco de germoplasma, (2) viveros uniformes avanzados y progenies de mejoramiento, así como con (3) los viveros internacionales de resistencia a enfermedades del fríjol. El germoplasma de estos viveros se expone metódicamente a uno o más patógenos en varias localidades o ambientes donde estos patógenos ocurren naturalmente, o donde es posible inocular artificialmente. La evaluación de progenies de mejoramiento se realiza en colaboración con las secciones de mejoramiento del programa en localidades específicas según las enfermedades.

Las reacciones a la roya y a la bacteriosis común se evalúan en CIAT-Palmir; mancha angular, bacteriosis común y la pudrición carbonosa se evalúan en Santander de Quilichao; antracnosis, ascochyta y las pudriciones radicales causadas por Rhizoctonia y Fusarium se evalúan en Popayán; y la mustia hilachosa se evalúa en la zona cafetera colombiana. Las evaluaciones de añublo de halo se realizan en colaboración con la Estación Nacional de Investigación Vegetal en Wellesbourne, Inglaterra y también en condiciones de campo en varias localidades en África. Evaluaciones para mustia hilachosa también se realizan en varias localidades centroamericanas.

Con los viveros avanzados y progenies segregantes, el objetivo más importante de estas evaluaciones continúa siendo la identificación y selección de germoplasma con resistencia a los patógenos más importantes del fríjol presentes en un área de interés o, la identificación de germoplasma con resistencia

amplia a un patógeno o resistencia múltiple a varios patógenos (Cuadro 1). Con los viveros internacionales de enfermedades del frijol, algunos de los objetivos adicionales son: la identificación de germoplasma con resistencia al más amplio espectro del potencial patogénico inherente en las poblaciones de estos patógenos, hacer un monitoreo de las poblaciones de los principales patógenos e identificar diferentes mecanismos de resistencia en frijol que se pueden utilizar para manejar estos patógenos a través de resistencia. Los viveros internacionales de enfermedades del frijol se evalúan principalmente en América Latina y Africa, en estrecha colaboración con investigadores de programas nacionales, aunque la mayoría de los viveros también se evalúan en otros sitios del mundo.

El mejoramiento para obtener resistencia a enfermedades es la estrategia más importante para manejar la mayoría de las enfermedades del frijol. Para enfermedades causadas por patógenos altamente variables, se está utilizando un gran número de diferentes fuentes de resistencia para así expandir la base genética. Además se realizan estudios que permiten evaluar la variación patogénica existente. Para enfermedades donde el mejoramiento por resistencia es difícil, se investigan prácticas culturales. En general, las estrategias de manejo de las enfermedades enfatizadas e investigadas son compatibles con la limitada capacidad económica de los pequeños productores de frijol.

a. MANCHA ANGULAR

Patología

La mancha angular (MA) del frijol es causada por Phaeoisariopsis griseola. La enfermedad es económicamente importante en muchas zonas frijoleras de América Latina, y en particular en el nordeste de Brasil. En Africa, la MA es muy generalizada, pero es más importante en la zona de los Grandes Lagos, donde es endémica.

Como la reacción de muchas líneas o variedades de frijol al patógeno de la MA varía considerablemente de una localidad a otra, las principales actividades de investigación relacionadas con la MA, han incluido el estudio de la variación patogénica del hongo de la MA en América Latina y Africa y la identificación de fuentes de resistencia a esta enfermedad. Los estudios de variación patogénica se han realizado en estrecha colaboración con la Universidad Estatal de Michigan, (proyecto de mancha angular de MSU-CIAT-PNUD). Los resultados parciales se presentaron anteriormente (Ver Informe Anual Programa de Frijol, 1985).

Para los estudios de variación patogénica, se tomaron treinta y dos aislamientos del hongo de la MA procedentes de nueve países de América Latina, y veintisiete aislamientos de siete países africanos. Estos se inocularon en un conjunto de 21

líneas del fríjol en condiciones de invernadero en Michigan. Los resultados con 17 aislamientos de América latina que fueron reportados en 1985, mostraron que este hongo tiene muy amplia variabilidad patogénica y virulencia. La patogenicidad varió entre aislamientos de diferentes países así como entre aislamientos del mismo país y de una misma localidad de origen. Algunos aislamientos causaron enfermedad en todos los 21 cultivares de fríjol mientras otros causaron enfermedad en sólo unos pocos. También se observaron variaciones en virulencia, y en el porcentaje de enfermedad causados por los aislamientos en los cultivares infectados. En forma similar el número y el tamaño de lesiones inducidos por cada uno de los aislamientos en los cultivares hospedantes variaron considerablemente.

Las reacciones de los 21 cultivares a cada uno de los 17 aislamientos del patógeno de MA expresadas en función de la severidad de la enfermedad, número y tamaño de lesiones, y período de incubación, variaron considerablemente. Ningún cultivar fué resistente o susceptible a todos los aislamientos. La severidad más baja de enfermedad se desarrolló en los cultivares A 339, A 212, BAT 76, BAT 1647, A 235 y Caraota 260. Había también una variación grande entre los cultivares de fríjol en el número y tamaño de lesiones que ellos desarrollaron. Una correlación positiva significativa se halló entre la severidad promedio de la enfermedad y el número y tamaño promedios de las lesiones.

Los resultados obtenidos aquí, confirman resultados de campo reportados anteriormente sobre la resistencia amplia de A 235, BAT 76, A 339 y BAT 1647 a la MA en América Latina. La reacción susceptible de BAT 332 fué consistente con la registrada en Brasil y más recientemente en Quilichao, Colombia. La reacción resistente para el mismo cultivar en Popayán, Colombia también se confirmó en estos estudios. El cultivar fué susceptible a todos los aislamiento brasileños y resistente a los aislamientos de Popayán.

La patogenicidad de cuarenta y dos aislamientos de P. griseola de América Latina y Africa se estudió mediante la comparación de las reacciones de un conjunto de ocho cultivares a todos los aislamientos (Cuadro 2). Los aislamientos fueron divididos en catorce grupos patogénicos. Cuatro grupos patogénicos contenían aislamientos de América latina y de localidades africanas mientras los otros diez grupos contenían aislamientos de sólo uno o el otro continente. Basado en estos resultados, se propusieron grupos patogénicos (Cuadro 3 y 4). Para facilitar la interpretación de los resultados, las variedades de fríjol que tuvieron reacción susceptible o intermedia se clasificaron como susceptibles. Ningún cultivar fué resistente a todos los grupos patogénicos; sin embargo BAT 1647 fué resistente a once de los 14 aislamientos y A 339 fué altamente resistente a la mayoría de los aislamientos latinoamericanos mientras que fué susceptible a varios de Africa.

Es interesante que la investigación realizada en la Universidad Estatal de Michigan (como parte del mismo proyecto de mancha angular de MSU-CIAT-PNUD) para estudiar la cantidad de variación de isozimas presente en las poblaciones de aislamientos latinoamericanos y africanos de P. griseola, mostraron dos patrones de isozima presentes para cada una de cuatro enzimas: esterasa, catalasa, aminopetidasa de lucine, y adenilato de kinasa. Todos los aislamientos latinoamericanos presentaron ambos patrón 1 y patrón 2. El patrón 1 para cada enzima se asoció con tipos de frijol de semilla grande mientras que el patrón 2 se asoció con tipos de frijol de semilla pequeña. Estos resultados sugieren una coevolución de los aislamientos que tienen el patrón 1 con tipos de frijol de semilla grande hallados en la zona andina de América del Sur y Africa, mientras que los aislamientos que tienen el patrón de esoenzima 2, coevolucionaron con tipos de frijol de semilla pequeña hallados en muchas regiones que cultivan frijol en América Latina.

Mejoramiento

Aunque miles de accesiones del banco de germoplasma se han examinado por resistencia a MA, el número de accesiones resistentes es escaso y el nivel de resistencia es relativamente bajo. No se ha identificado inmunidad completa en ningún material en condiciones de campo. Este hongo es mucho más difícil para trabajar (especialmente en condiciones de campo) que los patógenos de la antracnosis, bacteriosis común o de la roya. En consecuencia, el progreso en mejoramiento es lento. Actualmente, la herencia de una docena de diferentes fuentes de resistencia se está estudiando en los invernaderos de CIAT-Palmira. Se han desarrollado tipos de frijol comercial negros, color crema y crema rayados que muestran resistencia a MA, y la investigación actual está dirigida hacia otros tipos de granos así como hacia la combinación de dos o más fuentes de resistencia en accesiones con características genéticas deseables.

b. ANTRACNOSIS

Patología

La antracnosis del frijol, causada por Colletotrichum lindemuthianum es probablemente la enfermedad del frijol económicamente más importante a nivel mundial. El agente causal es concido por tener una variación patogénica amplia que explica el cambio en la reacción de muchas variedades de frijol de una localidad a otra.

Se han realizado varios estudios para evaluar la magnitud e la variación patogénica de los aislamientos de C. lindemuthianum procedentes de diferentes zonas productoras de frijol y así hacer el mejoramiento por resistencia a la antracnosis más eficiente. Estos estudios, en todos los casos, se han efectuado en colaboración estrecha con científicos de programas nacionales. Este año, dos estudios se realizaron en colaboración con el

patólogo y mejorador del estado de Santa Catarina, Brasil. En un estudio, 36 aislamientos del hongo de la antracnosis de diferentes regiones de Santa Catarina se inocularon en el conjunto de 14 variedades diferentes de frijol usadas anteriormente para la conducción de estudios de variación patogénica de C. lindemuthianum (Cuadro 5). Además, las variedades siguientes de frijol también se inocularon: Aguille Vert, Imuna, BO22, Costa Rica, y Phaseolus aborigineus (las últimas dos usadas ampliamente por científicos brasileños). Para comparar todas estas variedades también se inocularon con las razas brasileñas: Alpha Brazil, BA2, Teta, Zeta, Delta, Lambda, Kappa, y, con las razas Epsilon Kenya y C-236, de Europa y Guatemala, respectivamente.

El sistema de evaluación es el mismo utilizado anteriormente (ver informes anuales 1981, 1982, 1983, 1986). Basado en la reacción de las 14 variedades diferenciales, los 36 aislamientos de C. lindemuthianum se pueden clasificar en 12 patotipos diferentes; sin embargo 14 aislamientos pertenecían al patotipo 1, y 11 aislamientos pertenecían al patotipo 2 (Cuadro 5).

Una vez que la variación patogénica de los aislamientos de C. lindemuthianum de Santa Catarina se estableció, varias líneas de frijol conocidas por su resistencia a la antracnosis en condiciones de campo y de invernadero se inocularon con aislamientos individuales. Muchos de éstos se habían evaluado anteriormente como resistentes en el sur de Brasil. Un total de 21 líneas de frijol tenía una reacción resistente a los nueve aislamientos individuales usado así como a la mezcla de estos. (Cuadro 6). Estas líneas de frijol con resistencia muy amplia a la antracnosis se utilizan como fuentes de resistencia para Brasil. Algunas líneas, como G 2333, G 2338, AB 136, G 9032, etc. se han considerado anteriormente como poseedoras de resistencia muy amplia a la antracnosis.

Mejoramiento

Varios años atrás las primeras 10,000 accesiones del banco de germoplasma de CIAT fueron evaluados sistemáticamente utilizándose aislamientos de Colombia, Brasil, México y Europa. De este exámen selectivo inicial se identificaron más de 150 fuentes diferentes de resistencia y cerca de dos docenas de ellas poseían resistencia a todas las razas disponibles. Pero todavía continúa la búsqueda de fuentes de germoplasma resistentes, nuevas, diferentes y mejores. Los dos últimos años se ha hecho la evaluación de más de 21,000 accesiones actualmente disponibles del banco de germoplasma. Se han reportado tres mecanismos: (1) resistencia de plantas adultas (las plántulas son susceptibles), (2) resistencia de campo (rendimiento alto a pesar de la intensa presión de enfermedad en el campo), y, (3) inmunidad al patógeno en todas las etapas de crecimiento de las plantas. Hay trabajo en curso para estudiar la genética de estos mecanismos. Además, el trabajo de mejoramiento en curso incluye: (1) transferencia de

la resistencia a BCMV a fuentes deseables de resistencia; (2) combinación de diferentes fuentes de resistencia; (3) transferencia de genes de resistencia a variedades con grano comercial. Hasta ahora, el énfasis se ha dado al último aspecto, y, como un resultado, todos los tipos de frijol comercial color de semilla pequeña de color crema y crema rayado y de frijol de semilla mediana, color pinto, bayo, y ojo de cabra desarrollados en CIAT ahora poseen resistencia a la antracnosis en las condiciones de Popayan. Se espera que en el futuro inmediato tengamos líneas mejoradas que combinen dos o más fuentes de resistencia a la antracnosis.

c. ASCOCHYTA

Patología

Esta es una enfermedad de importancia económica en los altiplanos de América Latina y África donde prevalecen condiciones de clima fresco y húmedo. Bajo estas condiciones, la enfermedad puede ser muy severa. En el pasado, la enfermedad se decía que era causada por Ascochyta boltshauseri o por A. phaseolorum; sin embargo, se ha demostrado que A. phaseolorum es idéntica a Phoma exigua, o P. exigua var. exigua, un organismo patógeno débil que no puede causar los síntomas graves asociados con Ascochyta en América latina y África. El nombre actualmente aceptado para el agente causal de la Ascochyta es Phoma exigua var. diversispora (A. boltshauseri), un patógeno que puede inducir el típico y severo añublo foliar y la necrosis de los nudos y del tallo asociada con Ascochyta. Durante el primer taller africano de Patología de Frijol recientemente celebrado, se acordó usar el nuevo nombre del patógeno. También se sugirió que el nombre común de la enfermedad debe ser añublo Phoma en lugar de Ascochyta.

La actividad principal de investigación con esta enfermedad ha sido la evaluación de germoplasma de frijol en viveros uniformes o segregantes, así como de accesiones del banco de germoplasma con el fin de identificar líneas con por lo menos niveles intermedios de resistencia que se pueden utilizar como variedades o como padres en el bloque de cruzamiento. Desde 1985, varias evaluaciones en Popayán, repetidas en Guatemala, Perú y Rwanda han facilitado la selección de varias líneas arbustivas y volubles de frijol con las cuáles se pudo formar el Vivero Internacional de Ascochyta. (IBABN). Este vivero se ha distribuido a programas colaboradores nacionales desde 1986.

Mejoramiento

El IBABN constó de 13 líneas del frijol arbustivo y 14 líneas de frijol voluble que representan las mejores fuentes de resistencia disponibles en ese momento. No se han identificado altos niveles de resistencia al patógeno de la ascochyta en el germoplasma de P. vulgaris. Incluidos en el vivero estaban los testigos susceptibles así como una variedad local. El propósito

de este vivero es: 1) proporcionar germoplasma resistente a los programas nacionales que se pueda utilizar en sus programas de mejoramiento o como variedades comerciales si reúne los requerimientos locales tanto agronómicos como de consumo, y 2) vigilar la posible existencia de variación patogénica en las diferentes zonas frijleras en América Latina y África, para determinar si existen razas o diferentes cepas del organismo patógeno. Los resultados de viveros cultivados en Rwanda y Colombia sugieren que la variabilidad del organismo patógeno puede ser mínima en esas dos zonas (Cuadros 7 y 8) y la evaluación por resistencia a la *Ascochyta* en Popayán, Colombia puede identificar genotipos de frijol con resistencia en Rwanda.

Entre las líneas del frijol arbustivo en el IBABN, G 4603, BAT 1569 y G 17098 mostraron el nivel más alto de resistencia a la *Ascochyta*. Para frijol voluble, G 12582, G 10747 y VRA 81051 fueron resistentes en ambos países. El testigo *Phaseolus coccineus* subsp. *polyanthus* G 35182 (Guate 1076) continuó mostrando los niveles más altos de resistencia a *Ascochyta*. Otras líneas con niveles altos de resistencia son G 10889, C 6040, VNA 81006, VNA 81014, EMP 81, VRA 81013.

Se realizan cruzamientos entre las mejores introducciones en el IBABN como parte de un programa de selección recurrente para aumentar los niveles generales de resistencia a la *Ascochyta*. La hibridación interespecífica entre *P. vulgaris* y *P. coccineus* también se está realizando para transferir los niveles altos de resistencia hallados en *P. coccineus* a genotipos de frijol común. Más información sobre esto se encuentra en el capítulo sobre Hibridación Interespecífica.

d. MUSTIA HILACHOSA

Patología

El mejor control de la fase imperfecta del hongo de la mustia hilachosa (MH), *Rhizoctonia solani*, (estado sexual: *Thanatephorus cucumeris*) se logra con la integración de prácticas culturales, control químico, y resistencia varietal.

Aunque las prácticas culturales son las más efectivas, la variabilidad genética en frijol es real y explotable. Además, en algunas situaciones las prácticas culturales quizás no sean tan prácticas. Por ejemplo, en algunas zonas, el uso de coberturas vegetales puede aumentar los problemas de babosa. La siembra en camas altas implica más gasto en preparación de campos. En dichos casos la resistencia varietal, aunque incompleta, puede contribuir relativamente más al control de esta enfermedad.

Se realizó una serie de pruebas para evaluar la transmisión de *T. cucumeris* en semillas de Huasteco y México 27 en condiciones de ataque moderado-grave de MH, con y sin protección de aplicaciones foliares de benomil. La semilla se cosechó y se dividió en tres partes importantes (testa, cotiledón, embrión) y

se analizó por presencia de T. cucumeris y de otros patógenos transmitido en la semilla. La semilla de parcelas tratadas con fungicida no mostró transmisión mientras que las parcelas no-tratadas presentaron una recuperación de 6.3% de T. cucumeris. El patógeno se recuperó de Huasteco y México 27 a una tasa de un 3.0%. La ausencia de fungicida resultó en una pérdida de rendimientos de 50%. Thanatephorus cucumeris se halló exclusivamente en la testa; otros patógenos como Fusarium, Alternaria, Phomopsis, y Aspergillus spp. estaban presentes en todas las partes de la semilla. La semilla de parcelas tratadas con fungicida no mostró transmisión mientras que las parcelas no-tratadas presentaron una recuperación de 6.3% de T. cucumeris. La semilla de parcelas tratadas por fungicida presentó un mejor rendimiento y menos microflora que la semilla de parcelas no-tratadas pero el resembrarse no produjo mejores poblaciones o rendimientos en la segunda generación.

El efecto de herbicidas en el crecimiento de T. cucumeris in vitro y en el desarrollo de MH en el campo se estudió en una serie de experimentos. A dosis de 33-99 ppm, dinoseb inhibió completamente el crecimiento de T. cucumeris en platos petri; la inhibición por paraquat era de un 91% en promedio. Round up presentó la menor toxicidad patogénica in vitro. En una prueba de campo que comparó seis herbicidas aplicados en preemergencia, las parcelas tratadas por dinoseb tenían menos MH y mayor rendimiento. En pruebas de campo posteriores, el dinoseb se evaluó solo a una dosis de 1-13 kg i.a./ha. No hubo ningún efecto lineal de la dosis sobre el desarrollo de MH; las dosis inferiores (1-4 kg i.a./ha) produjeron menores rendimientos y mayor enfermedad. Pruebas similares realizadas con paraquat a 3.4 kg i.a./ha parecieron dar los mejores resultados bajo presión grave de MH. Una prueba final se realizó para evaluar los tratamientos de herbicidas postemergentes anteriores bajo presión grave de MH. Los resultados fueron combinados pero el tratamiento postemergente de Basagran + Fusilade (aplicado 21 días después) presentó un mejor rendimiento y una tasa más baja de infección por MH. En general, los tratamientos postemergentes superaron a los tratamientos pre-emergentes en presión alta de enfermedad.

Mejoramiento

Las diferencias en la reacción del germoplasma de frijol al hongo de mustia hilachosa se notaron ya en 1974. Los primeros cruzamientos para aumentar la resistencia se realizaron en 1980, y en 1984 se informó sobre resultados con líneas mejoradas del cruzamiento número ht 7716, que demostró un aumento de los rendimientos de 51% a 83% en comparación con el control resistente, Porrillo 70. En 1986 otra línea mejorada ht 7719, se convirtió en la primera variedad comercial desarrollada específicamente por resistencia a la mustia hilachosa y, liberada con el nombre de Chirripó en Costa Rica. Otras variedades liberadas anteriormente (Talamanca = Icacol 10103 y Huasteco = Dor 60) también tenían reacciones resistentes pero no fueron específicamente mejorados por resistencia a la mustia hilachosa.

En el Taller Internacional de Mustia Hilachosa celebrado en Costa Rica en Noviembre, 1986, se decidió que 1987 debe estar dedicado a evaluar poblaciones y líneas ya disponibles en el proyecto de mustia hilachosa. Específicamente, se decidió que el rendimiento se debe medir y usar como un criterio de selección. En consecuencia, el Vivero Elite de Mustia Hilachosa se creó para medir el rendimiento en un diseño estadístico.

En forma paralela el programa nacional de frijol de Costa Rica formó el Vivero Nacional de Mustia Hilachosa que es también un vivero de rendimiento con diseño estadístico.

En las siembras de septiembre de este año, las mejores prácticas agronómicas (drenaje más uniforme y preparación de camas) crearon condiciones de enfermedad mucho más uniformes, en consecuencia las diferencias genéticas se podían distinguir con confianza. Aunque los datos de rendimiento de este semestre no estaban disponibles al tiempo de escribir este informe, fué evidente con base en los síntomas que se habían hecho avances. Las observaciones confirmaron las de semestres anteriores.

Entre los materiales superiores se incluyeron XAN 22 y XAN 226, progenies de XAN 112 y esos materiales derivados de Porrillo; aparentemente XAN 112 contribuyó con genes más diferenciados por resistencia que aquellos disponibles en Porrillo. Entre las líneas RAB de semilla roja, RAB 377 fué excelente, aún mejor que las negras, con resistencia derivada de Porrillo, Turrialba 1, y Orguloso, una variedad criolla nicaraguense. CENTA Izalco otra variedad criolla del Salvador, también produjo una progenie excelente. Orguloso y CENTA Izalco no tienen relación evidente con otras fuentes de resistencia, y se espera que la ganancia genética continúe cuando se recombine genes entre fuentes.

Todas las mejores líneas se derivan de fuentes anteriormente reconocidas como superiores, sin embargo, la selección de progenies resistentes en poblaciones y en surcos de progenie ha sido obstaculizada por la variabilidad no-genética dentro del vivero. La experiencia de este año ha demostrado el valor de una mejor agronomía y de un tamaño de parcela más grande para distinguir efectos genéticos. Asimismo, la incorporación de ensayos de rendimientos en el esquema de selección es un desarrollo importante en el proyecto de mustia hilachosa.

Cuadro 1. Líneas de frijol seleccionadas de viveros avanzados uniformes que tienen resistencia múltiple a enfermedades en condiciones de campo en Palmira, Colombia.

Línea de frijol	Color	Vivero	Reacción de enfermedad ¹			
			Roya	Bact	ANT	MA
BAT 1462	7MK	VEF 81	R	I	R	R
PAD 25	6J	VEF 83	I	I	R	R
PAD 38	7M	VEF 84	I	I	R	R
PAD 40	7M	VEF 85	R	R	I	R
AND 370	6M	VEF 85	R	I	R	R
ICA 15141	6M	VEF 85	R	I	R	R
ICA 15255	6M	VEF 85	R	I	R	R
PAD 51	7M	VEF 85	I	R	R	I
BAT 1450	6T	VEF 80	I	I	R	R
BAT 1264	4	VEF 80	I	I	R	R
BAT 1275	6MK	VEF 80	I	I	R	R
BAT 93	2	VEF 80	R	R	R	I

¹Evaluación de enfermedad basada en escala de 1-9 donde 1,2 y 3 se consideran resistentes; 4,5 y 6 intermedios y 7,8 y 9 susceptibles. 1 = sin síntomas visibles de enfermedad y 9 = severamente enferma.

Cuadro 2. Grupos de patogenicidad en aislamientos de Phaeoisariopsis griseola de América Latina y Africa basados en la reacción de 8 cultivares de frijol.

Grupo de patogenicidad y aislamiento	Reacción de los cultivares ^a							
	a	b	c	d	e	f	g	h
1 A Colombia 1	S	S	S	S	S	S	S	S
B Guatemala 1	S	S	S	S	S	S	S	S
C Tanzania 2	S	S	S	S	S	S	S	S
2 A Uganda 1	S	S	I	S	S	S	R	I
B Uganda 2	S	S	I	S	S	S	R	S
C Zaire 2	S	S	I	S	S	S	R	S
3 A Mexico 1	S	S	S	S	S	S	R	R
B Guatemala 2	S	S	S	S	S	S	R	R
4 A Kenya 2	S	S	S	S	R	S	S	R
5 A Brazil 1	S	S	S	R	S	R	R	I
B Brazil 3	S	S	S	R	S	R	R	S
C Argentina 1	S	S	S	R	S	R	R	S
6 A Rwanda 3	S	S	R	S	S	S	R	R
B Burundi 3	S	S	R	S	S	S	R	R
7 A Tanzania 1	S	I	S	S	R	R	S	R
B Kenya 1	S	I	I	S	R	R	S	R
C Uganda 3	S	S	I	S	R	R	I	R
D Rwanda 1	S	S	S	S	R	R	S	R
E Burundi 1	S	S	S	S	R	R	S	R
F Burundi 2	S	I	S	S	R	R	S	R
G Zaire 1	S	S	S	S	R	R	S	R
8 A Colombia 2	S	S	R	S	R	S	R	R
9 A Costa Rica 1	S	S	R	S	S	R	R	R

(Continuación Tabla 2)

	B	Rwanda	2	S	S	R	S	S	R	R	R
10	A	Brazil	2	S	S	S	R	R	R	R	R
	B	Brazil	4	S	S	S	R	R	R	R	R
11	A	Tanzania	3	S	S	R	R	R	R	S	R
	B	Malawi	2	S	S	R	R	R	R	S	R
12	A	Malawi	5	S	R	S	R	R	R	S	R
	B	Malawi	9	S	R	S	R	R	R	S	R
13	A	Colombia	3	S	R	R	R	S	R	R	R
	B	Colombia	4	S	R	R	R	S	R	R	R
	C	Malawi	3	S	R	R	R	I	R	R	R
14	A	Malawi	4	S	R	R	R	R	R	R	R
	B	Malawi	7	S	R	R	R	R	R	R	R
	C	Malawi	10	S	R	R	R	R	R	R	R
	D	Tanzania	4	S	R	R	R	R	R	R	R
	E	Kenya	2	S	R	R	R	R	R	R	R
	F	Nicaragua	1	S	R	R	R	R	R	R	R
	G	Argentina	2	S	R	R	R	R	R	R	R
	H	Argentina	3	S	R	R	R	R	R	R	R
	I	Argentina	4	S	R	R	R	R	R	R	R

^a S = Susceptible; más de 4% del área foliar cubierta por lesiones de P. griseola

I = Intermedia; 1-4% del área foliar cubierta por lesiones.

R = Resistente; menos del 1% del área foliar cubierta por lesiones.

a = Montcalm b = Seafarer c = BAT 332 d = Pompadour Checa e = G 5686

f = Cornell 49242 g = A339 h = BAT 1647.

Cuadro 3. Grupos de patogenicidad propuestos para Phaeoisariopsis griseola con base en la reacción de 8 cultivares de frijol.

Cultivar hospedante	<u>Grupo de patogenicidad</u>													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Montcalm	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Seafarer	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R
BAT 332	S	S	S	S	S	R	S	R	R	S	R	S	R	R
Pompadour Checa	S	S	S	S	R	S	S	S	S	R	R	R	R	R
G 5686	S	S	S	R	S	S	R	R	S	R	R	R	S	R
Cornell 49242	S	S	S	S	R	S	R	S	R	R	R	R	R	R
A 339	S	R	R	S	R	R	S	R	R	R	S	S	R	R
BAT 1647	S	S	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R

^a S= Susceptible; 1% o más del área foliar cubierta por lesiones de P. griseola.
 R= Resistente; menos del 1% del área foliar cubierta por lesiones.

Cuadro 4. Severidad de la enfermedad en 8 cultivares de frijol inoculados con 42 aislamientos de Phaeoisariospsis griseola.

Grupo de patogenicidad y aislamiento		Severidad de la enfermedad ^a							
		a	b	c	d	e	f	g	h
1	A Colombia 1	48	33	50	50	23	50	43	50
	B Guatemala 1	40	22	40	35	40	40	14	18
	C Tanzania 2	50	50	38	50	50	50	16	40
2	A Uganda 1	50	13	5	50	33	50		5
	B Uganda 2	50	12	3	50	50	43		14
	C Zaire 2	50	50	4	50	50	50		15
3	A Mexico 1	40	50	50	50	25	5		
	B Guatemala 2	6	20	40	25	16	33		
4	A Kenya 2	50	11	15	50		17	36	
5	A Brazil 1	40	40	43		18			3
	B Brazil 3	40	50	43		20			25
	C Argentina 1	45	10	42		30			25
6	A Rwanda 3	40	40		34	30	45		
	B Burundi 3	42	33		27	39	50		
7	A Tanzania 1	50	4	8	50			15	
	B Kenya 1	50	5	1	13			10	
	C Uganda 3	50	16	4	50			6	
	D Rwanda 1	50	50	15	50			16	
	E Burundi 1	50	30	16	8			7	
	F Burundi 2	50	4	9	7			11	
	G Zaire 1	50	10	16	50			9	
8	A Colombia 2	25	40		27		30		
9	A Costa Rica 1	40	25		40	8			
	B Rwanda 2	50	50		50	50			
10	A Brazil 2	6	29	19					

(Continúa)

(Continuación Tabla 4)

	B	Brazil	4	18	25	39	
11	A	Tanzania	3	50	25		50
	B	Malawi	2	50	38		19
12	A	Malawi	5	50		6	8
	B	Malawi	9	50		9	11
13	A	Colombia	3	50			43
	B	Colombia	4	50			47
	C	Malawi	3	50			5
14	A	Malawi	4	39			
	B	Malawi	7	50			
	C	Malawi	10	31			
	D	Tanzania	4	43			
	E	Kenya	2	30			
	F	Nicaragua	1	32			
	G	Argentina	2	40			
	H	Argentina	3	40			
	I	Argentina	4	50			

^a Severidad de la enfermedad expresada como porcentaje del área foliar cubierta por lesiones de MA. Severidad máxima de enfermedad = 50%, severidad mínima de enfermedad (espacio) = 0%.

a= Montcalm b= Seafarer c= BAT 332 d= Pompadour Checa e= G 5686
 f= Cornell g= A 339 h= BAT 1647.

Cuadro 5. Reacción de variedades diferentes de frijol a un grupo de aislamientos de Colletotrichum lindemuthianum de Santa Catarina, Brasil.

REACCION DE ANTRACNOSIS ¹														
VARIEDAD	CL68	CL65	CL57	CL59	EC21b	EC51a	CL56	CL75	EC22b	CL78	CL76	EC43b	ALPHA	
DIFERENCIAL	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR	BR ²	KAPPA ²
MICHELITE	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
M.D.R.K.	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	R	S
PERRY MARROW	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R	S
COR.49242	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
WIDUSA	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
KABCON	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
SANILAC	R	R	R	R	R	S	S	S	R	R	S	S	R	S
EMERSON 847	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	S	R	-	-
TO	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
TU	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PI 207262	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
AB 136	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
A 475	R	R	R	R	S	R	S	R	R	S	R	S	R	R
G 2338	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PRINCOR	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S
G 2333	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

¹ Reacciones basadas en una escala de 1-9 donde 1= no hay síntomas visibles de enfermedad y 9= síntomas muy severos. Para este estudio 1, 2 y 3 se consideran como R y el resto como S.

² Estos aislamientos se utilizaron como testigos.

103-

NOTA:

Los aislamientos se clasificaron en grupos como sigue:

Aislamiento Cl-68-BR: VII, 8, P, p. También se incluyen en este grupo los aislamientos EC-21a-BR, EC-22a-BR, EC-35a-BR, CL-59-BR, CL-60-BR, CL-64-BR, CL-66-BR, CL-69-BR, CL-73-BR AND CL-75-BR.

Aislamiento CL-65-BR: VII, 16, P, p También se incluyen en este grupo los aislamientos CL-57-BR, CL-58-BR, CL-62-61-BR, CL-62-BR, CL-63-BR, CL-65-BR.

Aislamiento CL-57-BR: VII, 15, P, p
 Aislamiento CL-59-BR: VII, 8, P, p
 Aislamiento EC-21b-BR: VII, 8, P, p
 Aislamiento EC-21a-BR: VII, 6, P, p
 Aislamiento CL-56-BR: III, 6, P, h
 Aislamiento CL-75-BR: III, 8, P, p
 Aislamiento EC-22-BR: III, 8, P, p
 Aislada CL-69-BR: III, 8, P, h
 Aislada CL-76-BR: I, 5, P, p
 Aislada EC-43b-BR: I, 6, P, h

Cuadro 6. Reacción de accesiones de frijol seleccionadas por su resistencia a Colletotrichum lindemuthianum en condiciones de campo y a razas individuales del patógeno en condiciones de invernadero.

	Campo ¹	I N V E R N A D E R O ¹										
		#EVAL ²	X ³	AL-BR	EP-K	T	L	C-236	K	D	Z	AB-2
A 62	4	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
A 227	11	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
A 255	5	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
A 260	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
A 317	4	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
A 319	5	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
A 320	14	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
A 321	9	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
A 322	9	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
A 373	8	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
A 375	5	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
A 381	13	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
G 4032	7	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
G 3991	7	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
XAN 57	1	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
XAN 148			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
TU	6	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
PI 207262			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
AB 136	12	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
G2333	11	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
62338	9	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

¹ Reacción en el campo y en el invernadero basada en una escala de 1-9 donde 1= sin síntomas visibles de enfermedad y 9= síntomas muy severos.

² Evaluación realizada en Popayan, Colombia; La Selva, Colombia; Tepatitlan, Mexico; Itatí, Brazil; Chiapata, Zambia; Goiania, Brazil; Salta, Argentina.

³ Mezcla de nueve aislamientos (AL-Br, EP-K, T, L, C-236, K, D, Z and AB-2)

Cuadro 7. Vivero Internacional de Ascochyta (IBABN-fríjol arbustivo) evaluado por su reacción a Phoma exigua var. diversispora en Colombia y Rwanda.

Identificación	Popayán	Rwerere Ruanda	Calificación de Ascochyta
Testigo local ¹	7.0 ²	5.0	S
BAT 477 (S Testigo)	6.5	5.2	S
CATU	5.3	3.8	I
BAN 6	5.3	3.7	I
EMP 117	5.0	4.7	I
PAI 119	4.3	2.9	R
A 182	4.2	3.4	R
BAT 795	4.2	3.0	R
BAT 1225	3.5	4.2	R
BAT 1416	3.3	3.8	R
G 17098	3.3	3.7	R
BAT 1569	3.3	3.0	R
G 4603	3.3	2.7	R

¹ Testigos locales: Popayan, Colombia = Diacol Calima
Rwerere, Rwanda = Shikashika

² Promedio de tres períodos de calificación en una escala de 1-9, donde 1 = no hay síntomas visibles de enfermedad y 9 = muy susceptible.

Cuadro 8. Vivero Internacional de Ascochyta (IBABN-fríjol voluble) evaluado por reacción a Phoma exigua var. diversispora en Colombia y Ruanda.

Identificación	Rwerere		Calificación de Ascochyta
	Popayan	Rwanda	
AND 244 (Testigo S)	8.0 ¹	4.7	S
AFR 223	5.3	3.5	I
VRA 81058	5.3	4.1	I
ASC 6	4.7	3.5	R
VRA 81058	4.7	3.4	R
G 12307	4.5	3.1	R
ZAV 21	4.3	4.0	R
ZAV 91	3.8	2.8	R
ASC 1	3.8	2.8	R
ASC 4	3.6	3.3	R
VRA 81051	3.5	2.4	R
G 10747	3.1	3.3	R
G 12582	2.8	2.8	R
G 35182 ² (Guate 1076)	1.6	1.8	R

¹ Promedio de tres períodos de calificación en una escala de 1-9, donde 1= inmune y 9= muy susceptible.

² Testigo resistente - Phaseolus coccineus subsp polyanthus

3. Patógenos Bacterianos

a. Añublo Bacteriano Común

Patología

La bacteriosis común (CBB) continúa siendo una enfermedad muy importante en muchas zonas productoras de frijol de Brasil, Argentina, Centromérica, el Caribe y en algunas regiones de Africa. Muchas de las variedades tradicionales y recientemente introducidas en estas zonas son susceptibles a CBB y a menudo la semilla usada para siembra viene de campos que tienen síntomas graves de CBB. Estos dos factores, además de condiciones climáticas que han favorecido epidemias de CBB, pueden explicar el evidente aumento actual de esta enfermedad en varias regiones productoras de frijol.

En 1979 la sección de patología y mejoramiento del programa empezaron la mayor parte del trabajo de resistencia en frijol ACBB. El número de líneas con reacción resistente o intermedia al organismo patógeno de CBB era inferior a 20% en el vivero de VEF de 1979, y cerca de un 50% en 1986. A pesar de este descenso en el número de las líneas susceptibles generadas por los proyectos de mejoramiento del CIAT, el número relativo de líneas con reacción resistente permanece bajo.

Sin embargo, hay ahora varias líneas generadas de CIAT del proyecto de CBB que tienen adaptación tropical y excelentes niveles de resistencia a CBB (Cuadro 1). Entre estos, la línea XAN 112 vale destacarse porque se ha evaluado ampliamente como resistente a CBB en muchos países (Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, Guatemala, Francia, EE.UU.). XAN 112 muestra niveles excelentes de resistencia a CBB en campos donde otras líneas son severamente atacadas y además tiene una arquitectura erecta, buena precocidad, y muestra resistencia a otros organismos patógenos.

Durante 1987, las evaluaciones de rutina de los viveros uniformes de CIAT bajo condiciones de campo, así como de los viveros de patología, permitieron la selección de líneas con resistencia a CBB. Se hicieron evaluaciones adicionales para elegir padres como fuentes posibles de resistencia a CBB o posibles candidatos para el Vivero Internacional de bacteriosis común (Cuadro 2). En forma similar, varias evaluaciones se realizaron bajo condiciones de invernadero en colaboración estrecha con el programa de mejoramiento. En algunos casos, el objetivo principal fué incorporar resistencia a CBB en variedades susceptibles ampliamente cultivadas como A 295 (EMGOPA-OURO en Brasil), DOR 41 (ampliamente cultivado en Guatemala y Argentina) etc. En otros casos, el objetivo principal era la eliminación de líneas altamente susceptibles.

Mejoramiento

El proyecto para desarrollar y utilizar resistencia al patógeno de la bacteriosis común, Xanthomonas campestris pv. phaseoli, es uno de los más antiguos en CIAT, sin embargo esto no ha resultado en una variedad comercial resistente.

Las fuentes resistentes registradas en la literatura, PI 207262 y las variedades de Great Northern derivadas de P. acutifolius, se incorporaron en las primeras cruces hechas en el Programa de Fríjol. Aunque los métodos de inoculación se desarrollaron aquí y existían criterios de selección, la pobre adaptación de las fuentes y de sus progenies resistentes era un problema recurrente, como lo era también una evidente vinculación de los genes de resistencia al gen de semilla brillante. Las primeras líneas moderadamente bien-adaptadas, con semilla opaca negra se produjeron en 1981, e incluían XAN 87, XAN 93 y XAN 112. Sin embargo, pronto se tornó evidente que la resistencia estaba también relacionada, probablemente por ligación genética, a un tono purpúreo indeseable en la semilla negra. En consecuencia estas líneas se convirtieron en material progenitor por otra generación de mejoramiento, que produjo, al retrocruzarse, una serie nueva de líneas de semilla negra resistentes, mejoradas en su tipo de granos y adaptación. Las mejores de éstas, del primero y segundos ciclos de retrocruzamiento están actualmente en pruebas de rendimiento preliminar en Cuba, y han producido un rendimiento hasta de un 23% más que la variedad testigo. En el pasado, las líneas resistentes a CBB de estas fuentes no han mostrado la rusticidad y estabilidad que se espera en variedades de semilla negra, y queda por verse si estas líneas nuevas representan una mejora en este respecto.

La recuperación de resistencia en variedades de grano rojo ha sido pequeño así mismo lenta debido a problemas evidentes de vinculación de la resistencia con un color indeseable, pero creemos que unos pocos tipos de recombinaciones están ahora disponibles.

En 1981 un sub-proyecto de CBB se inició para evaluar los cruzamientos interespecíficos de P. acutifolius x P. vulgaris obtenidos de la Universidad de California-Riverside. Este esfuerzo produjo las líneas totalmente auto-fértiles, altamente resistentes XAN 159, XAN 160 y XAN 161, todas con hábito de crecimiento tipo I (derivado del progenitor vulgaris, Masterpiece, una habichuela). Se iniciaron retrocruzamientos con varios cultivares importantes, siendo el más exitoso de estos con Pompadour Checa, que tiene granos de tamaño medio y también un tipo de hábito I. Ha sido posible recuperar el tipo de planta, adaptación, tamaño de granos, forma y moteado de Pompadour, aunque la mayoría de las selecciones de alta resistencia tienen granos púrpuras indeseables. Se espera que estas selecciones también hayan recuperado la resistencia de las vainas que tiene XAN 159, ya que en los tipos I la resistencia foliar es aún más urgente pero esto no se ha confirmado. Es posible que la

selección del progenitor vulgaris en el cruzamiento interespecífico original haya afectado la utilidad de las líneas derivadas para mejorar diferente germoplasma de vulgaris, ya que XAN 159 combina mejor con Pompadour que con las líneas indeterminadas de semilla pequeña. Unas pocas líneas indeterminadas derivadas de XAN 159 también se están usando para mejorar vulgaris de semilla pequeña, pero los problemas de adaptación continúan desacelerando el progreso con estas fuentes.

Conscientes de que casi toda la resistencia en líneas avanzadas de semilla pequeña se derivó de sólo dos fuentes (PI 207262 y cultivares de Great Northern), un intento se hizo durante 1987 para hallar fuentes nuevas en una evaluación de accesiones del banco de germoplasma. Más de 12,000 accesiones se sembraron, inoculadas manualmente con el método de cuchilla (Informe Anual Programa de Fríjol, 1981) y una suspensión de bacterias (5×10^8 CFU/ml), y se evaluaron en el primer semestre de 1987. Las accesiones seleccionadas se reevaluaron en el segundo semestre, las mejores de las cuáles aparecen en el Cuadro 3. La mayoría de las accesiones con un buen nivel de resistencia foliar (calificación 3 y 4) eran de tipo I. Todos los tipos de semilla pequeña indeterminados, eran inferiores al testigo resistente XAN 112 en adaptación y resistencia. Hasta el momento, la mejor accesión de germoplasma de semilla pequeña continúa siendo G 4399, Tamaulipas 9-8, que se identificó en 1980. Es en verdad curioso que la resistencia en líneas de semilla pequeña de P. vulgaris sea tan rara cuando en P. acutifolius un nivel de resistencia de moderado a alto es casi la regla.

Una línea más productiva de investigaciones para hallar fuentes de resistencia a CBB para tipos de semilla pequeña, ha sido el mejoramiento que busca segregación transgresiva entre líneas de resistencia intermedia.

Algunas de estas líneas se han identificado a través del esquema de evaluación de VEF, probablemente sean resultado de combinaciones fortuitas de genes menores no identificados individualmente (BAT 1500, BAT 1192). Otras son líneas desarrolladas dentro del proyecto de CBB y provienen de fuentes que son intermedias (Sel 813 de G 8255, Taletes). Aún otras son líneas de buena adaptación que no recuperaron el complemento total de genes de resistencia presente en progenitores mal adaptados. Las combinaciones entre intermedias produjeron familias F3 por lo menos tan buenas como XAN 112 en resistencia y adaptación. XAN 236 fué una fuente particularmente buena para tipos de semilla negra, y la facilidad con que su resistencia se transmitió sugiere herencia simple. Su progenitor, XAN 91 (progenie de G 4399) se ha incorporado ampliamente en las cruza, así como DOR 308 (una líneas de semilla pequeña derivada de L-23 de ICA).

b. Añublo de Halo

Patología

Un proyecto colaborativo entre CIAT y la Estación Nacional de Investigaciones Vegetales, Wellesbourne, Inglaterra se continuó en 1987. En NVRS se estudió la ocurrencia y distribución en Africa y América Latina de las variantes patogénicas de la bacteria causante del añublo de halo del fríjol Phaseolus, Pseudomonas syringae pv. phaseolicola (Pss.). El énfasis principal durante 1986 y 1987 fué en la caracterización de los aislamientos de Africa oriental y Central.

Hasta el momento, se han obtenido, aproximadamente 700 aislamientos de Pseudomonas spp. y 610 de éstos han sido caracterizados por métodos bacteriófago y serológicos como Pss o un patovar estrechamente relacionado tal como Pseudomonas syringae pv. glycinea un patógeno de la soya (Cuadro 4). La caracterización de los aislamientos de Pss en razas se basó en la reacción de unas series de cultivares diferenciales (Cuadro 5). De los 610 aislamientos identificados provisionalmente como pv. phaseolícola, o como similares, 240 aislamientos pertenecían a la raza 3 y todos ellos se originaron en Africa. La raza 1 (110 aislamientos y la raza 2 (234 aislamientos), aunque distribuidas ampliamente en algunos países africanos, también se han hallado mundialmente. La raza 4 (26 aislamientos) que puede atacar sólo un número limitado de cultivares de Phaseolus vulgaris se aisló principalmente de soya, Glycine max, sembrada cerca a P. vulgaris en Africa. Con base en pruebas comparativas, ahora se considera probable que el organismo patógeno identificado anteriormente como raza 4 del pv. phaseolicola es sinónimo con Pseudomonas syringae pv. glycinea.

La distribución geográfica de las razas del pv. phaseolícola se muestra en el Cuadro 6 y la distribución del rango de hospederos de las razas se muestra en el Cuadro 7. El amplio rango de hospederos de pv. phaseolícola debe proporcionar fuentes adicionales de infección de P. vulgaris, además del método primario de transmisión de esta enfermedad que es través de la semilla infectada. Además, en Africa el tiempo entre cultivos es a menudo muy breve lo que permitiría a la enfermedad permanecer en residuos de cultivos.

De las evaluaciones de resistencia de las accesiones de P. vulgaris un rango más exhaustivo de cultivares diferenciales ha sido seleccionado. Las pruebas con estos cultivares (Cuadro 8) señalan sub-divisiones dentro de las razas anteriormente descritas 1, 2 y 3. Por ejemplo, ciertos cultivares separarán los aislamientos de raza 1 de diferentes hospedantes (por ejemplo Phaseolus coccineus y Lablab purpureus). En forma similar, otros cultivares distinguen entre aislamientos de la raza 3 de diferentes zonas geográficas (por ejemplo Tanzania y Rwanda) mientras otros cultivares separarán los aislamientos de la raza 2 de Tanzania y el EE.UU. Estas sub-divisiones dentro de las razas

1, 2 y 3 sugiere que pv. Phaseolícola puede contener por lo menos seis razas además de la denominada raza 4 (Pseudomonas syringae pv. glycinea). Ahora parece probable que la estructura de las razas de pv. phaseolícola tiene un grado de complejidad similar a aquel ya establecido para Pseudomonas syringae pv. pisi que tiene seis razas, y pv. glycinea que tiene ocho razas.

En estudios preliminares de la herencia de resistencia, se mostró que la resistencia específica a razas 1 y 3 (como se ha definido anteriormente) está controlada por diferentes genes dominantes. La resistencia no-específica a razas está controlada por genes recesivos o poligenes. Cruzamientos adicionales se han hecho en CIAT para un estudio mas detallado de la herencia de resistencia en diversos cultivares importantes incluyendo la resistencia a la raza 4.

Se evaluaron cultivares con características conocidas de resistencia, tanto con resistencia específica a una raza como resistencia no específica, en dos sitios en Africa con infección esperada de la raza 3 y un sitio en el EE.UU. con infección esperada de la raza 2. Los cultivares con resistencia a la raza 3 mostraron en general poca enfermedad en los sitios africanos, pero fueron susceptibles en el sitio de EE.UU. Varios cultivares con resistencia no-específica fueron altamente resistentes en todos los sitios. El cv. Edmund de frijol blanco desarrollado en Wellesbourne fué completamente resistente. Este cultivar tiene dos genes de resistencia, un gen recesivo para resistencia no-específica y un gen dominante para resistencia específica a la raza 3. La combinación de estos dos genes parece ejercer un efecto aditivo. Se sugiere que el uso de esta combinación de genes proporcionaría una solución ideal a la situación africana. El cuadro 9 muestra una lista de algunas de las líneas de frijol con resistencia no-específica y algunas líneas con resistencia específica ya sea a la raza 1 o a la raza 3 o a ambas.

Cuadro 3. Accesiones de fríjol de un grupo de 12.000 introducciones inoculadas artificialmente en condiciones de campo en Palmira, Colombia durante dos semestres, y las cuáles presentan los más altos niveles de resistencia a la bacteriosis común del fríjol.

No G	Identificación	Color	Tamaño	Hábito	reacción ² Bact.C.
4081	Dark Red Kidney 023	RD	L	1	3
4079	Light Red Kidney 03	PK	L	1	3
3954	WIS HBR72	WH	S	1	4
6708	MSU 305	WH	S	1	4
5688	Iregi Fullgreen	BR	S	1	1
6617	Pompadour Mocana	RD	M	1	4
6415	Mecosta 003	PK	L	1	4
7040	Gaínho	YE	M	1	5
2932	Yanco	WH	S	1	5
6595	Glamis	BR	M	1	1
7157	68-1369	BR	S	1	5
5377	9/3/1	CR	M	1	5
5705	Corbett Refugee	BL	S	1	5
5373	Diacol Calima	RD	L	1	1
6618	Pompadour Rocío	RD	S	1	5
6381	Kidney Light Red 003	PK	L	1	5
6414	Manitou	PK	L	1	5
5492	0633	WH	S	1	6
6619	Bush Blue Lake	WH	S	1	6
5753	Brown Beauty	BR	L	1	6
5496	Beautiful	BR	M	1	6
5485	Tenderlong	CR	M	1	6
5744	Redlands Autumn Crop	CR	M	1	6
5621	Diacol Calima	RD	L	1	6
6647	Pamarejo	RD	L	1	6
6637	X	RD	M	1	6
3916	36 Retinto Alta Dulce-13	PU	S	2	5
5731	Mateigao Preto No. 20	BL	M	2	5
5716	Línea 31	BL	S	2	5
1291	Facultad	RD	M	2	5
5164	Amendoim	PK	L	2	2
7077	Mulungu	PK	L	2	5
11300	Habilla	PK	M	2	5
5746	Redlands Green Leaf C	BR	S	2	6
5871	Tropero	CR	S	2	6
5906	10233-M(3)-11PM-12-4-M(6)	PU	S	2	6
5685		BL	S	2	6
5909	Negro Cahabon	BL	S	2	6

No G	Identificación	Color	Tamaño	Hábito	Reacción Bact.C.
5911	Negro	BL	S	2	6
6097	Mexico 9=Variedad 37-4	BL	S	2	6
5733	Miss Kelly	PK	M	2	6
6700	MSU 183	WH	S	3	3
5476	Jules	WH	S	3	4
5477	GN No. 1 Sel. 27	WH	M	3	4
4528	Ant 2=Facultad	RD	M	3	4
1181		CR	M	3	5
3439	Zacatecas 81	CR	M	3	5
6378	GN Nebraska No. 1	WH	M	3	6
2281		BR	M	3	6
3266	Aguascalientes 65	BR	L	3	6
4311	Puebla 435	CR	M	3	6
4314	Zacatecas 5-A	CR	L	3	6
3694	Honduras 46	PU	S	3	6
2899	Mrondo	BL	S	3	6
5910	Burros	OT	M	3	6
6800	Nicaragua 42	RED	S	3	6
6772	Colima 9	CR	S	4	4
1320	Tlalnepantla	YE	S		5
706	Barbunya	CR	L	4	5
7368	Ancash 110	PU	M	4	5
5734	Mountaineer	WH	S	4	6
5504	Bojnourd	CR	M	4	6
6306	Ecuador 218	BL	S	4	6

1. AM = Amarillo CR = Crema OT = Otros P = Pequeño
 BL = Blanco PU = Púrpura RO = Rojo M = Mediano
 MA = Marrón NE = Negro RS = Rosado G = Grande
 CA = Café

2. Escala de evaluación de 1-9; donde 1 = no hay síntomas visibles de bact.C. y 9 = severamente enferma.

Cuadro 1. Líneas seleccionadas de frijol generadas en CIAT y evaluadas varias veces en condiciones de campo como resistentes al patógeno de la bacteriosis común Xanthomonas campestris pv. phaseoli

A	193	RAB 123	XAN 154	XAN 189
A	297	XAN 30	XAN 155	XAN 190
BAT	93	XAN 87	XAN 156	XAN 191
BAT	1212	XAN 91	XAN 157	XAN 199
BAT	1500	XAN 93	XAN 158	XAN 201
BAT	1769	XAN 112	XAN 159	XAN 203
NAG	50	XAN 124	XAN 160	XAN 204
PAD	3	XAN 132	XAN 161	XAN 205
RAB	9	XAN 137	XAN 165	XAN 208
RAB	101	XAN 153	XAN 166	XAN 212

Cuadro 2. Líneas de frijol seleccionadas en viveros uniformes avanzados con altos niveles de resistencia al patógeno de la bacteriosis común en condiciones de campo de Palmira, Colombia.

Vivero	No. de Introducciones	
	Seleccionadas	Identificación
EP 86	3	ICA 15418, 15409, 15412
VEF 86-EP87	26	XAN 205, 208; AFR 243; AND 618, 623; A623, 652, 678, 683, 716; AFR 314, 317, 322; AND 416, 662, 665; FEB 136, 141; BRU 25; NAG 185; PAC 18.
VEF 87	19	XAN 218, 219; ABA3, 16, 28; CAL 22, 55, 69, 71; HAB 239, 242, 243, 292; LRK 1; WAF 82, 96, 97, 238; ZIRCON.
Others	10	XAN 170, 173; AND 260; PAD 6; ZAA 96; SEL 846, 847, 855; NAG 173, 174.

¹ Líneas seleccionadas tenían una evaluación de enfermedad de 4 o menos, donde 1 = no hay síntomas visibles de enfermedad y 9 = gravemente enferma.

Cuadro 4. Clasificación preliminar de laboratorio de los aislamientos de Pseudomonas en patovares obtenidos de Phaseolus spp. y otros cultivos de leguminosas.

<u>Reacción fágica</u> ¹		<u>Reacción serológica</u> ²		
Fago	Fago	Antígeno	Antígeno	
<u>Phaseolicola</u>	<u>syringae</u>	inestable	estable	
		al calor	al calor	
+	+	+	+	pv. <u>phaseolicola</u>
+	-	+	+	
-	+	+	+	pv. <u>glycinea</u>
-	+	+	-	
-	-	+	-	<u>Pseudomonas</u> Spp
-	-	-	-	

1 Lisis

2 Aglutinación

Cuadro 5. Identificación de razas en Pseudomonas syringae pv phaseolicola, el patógeno del añublo de halo del frijol.

Cultivares diferenciales	Reacción a la raza			
	1	2	3	4 ^c
Canadian Wonder	+ ^a	+	+	+
Red Mexican	-	+	+	-
Tendergreen	+	+	- ^b	-
PI 105 414	-	-	-	-

^a+ = susceptible; - = resistente

^b reacción hipersensible muy fuerte

^c probablemente Pseudomonas syringae pv glycinea

Cuadro 6. Distribución geográfica de las razas de Pseudomonas syringae pv phaseolicola (610 aislamientos)

Zona geográfica	Número de aislamientos de raza					
	1	2	3	4*		
Africa	...	Burundi		64		
		Ethiopia	13	1	4	3
		Kenya	27	19	4	
		Rwanda	8		112	7
		Tanzania	10	93	18	1
		Uganda			18	
		Zaire		3	20	9
		Zambia	6	12		
America	...	Colombia	1	9		
		México		13		
		Peru	5	5		
		Estados Unidos		8		1
otras áreas	...	Australia		2		
		Bulgaria		10		
		Francia		4		
		Mauritius		32		
		New Zealand		5		5

(Continúa)

Tabla 6 (continuación) Distribución geográfica de las razas de
Pseudomonas syringae pv phaseolicola (610
aislamientos)

Zona Geográfica	<u>Número de aislamiento de raza</u>			
	1	2	3	4*
Yemen del Norte		4		
Suecia		1		
Reino Unido	21	12		
Totales	110	234	240	26

* La raza 4 probablemente es Pseudomonas syringae pv glycinea

Cuadro 7. Distribución del rango de hospedantes de razas de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolícola* (610 aislamientos).

Hospedante (nombre común)	Número de aislamientos de raza			
	1	2	3	4
<u>Phaseolus vulgaris</u> (Fríjol)	36	218	225	
<u>Phaseolus coccineus</u> (fríjol ayocote)	21	4	6	
<u>Phaseolus acutifolius</u> (fríjol tepari)	7			
<u>Phaseolus lunatus</u> (frijol lima)			2	
<u>Phaseolus</u> spp.	3	1		
<u>Cajanus cajan</u> (guandul)	3	4		
<u>Lablab purpureus</u> (Hyacinth bean)	12	5		
<u>Desmodium</u> sp.	10		7	
<u>Neonotonia wightii</u> (P. Montana)	8			
<u>Pueraria montana</u>	2			
<u>Macroptilium atropurpureus</u> (Sinatro)	2			
<u>Vigna angularis</u> (frijol adzuki)	3			
<u>Vigna radiata</u> (frijol mungo)	1			2
<u>Glycine max</u> (Soya)				24
Maleza leguminosa sin identificar	4			
	110	234	240	26

* La raza 4 es probablemente *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*.

Cuadro 8. Diferenciación adicional de las tres razas de Pseudomonas syringae pv. phaseolicola con un rango más extensivo de cultivares diferenciales.

	<u>Raza 1</u>		<u>Raza 2</u>		<u>Raza 3</u>	
Aislamiento...	1281A	1375A	882	1299A	1301A	1302A
Origen ..	UK	KYA	USA	TZA	TZA	RWA
Cultivares diferenciales	<u>Hospedante</u>	<u>P.cocc</u>	<u>Lablab</u>	<u>P.vul</u>	<u>P.vul</u>	<u>P.vul</u>
		<u>ineus</u>		<u>garis</u>	<u>garis</u>	<u>garis</u>
Canadian Wonder	+ ^a	+	+	+	+	+
Red Mexican UI3	-	-	+	+	+	+
Tendergreen	+	+	+	+	-	-
Guatemala 196B	-	-	+	+	-	-
Bayo Madero	-	-	+	+	+	-
Sangreoro	+	-	+	+	-	+
A43 ZAA 12	+	-	-	+	-	-
A52 ZAA 54	+	-	+	+	+	+
A53 ZAA 55	+	-	+	+	-	-

^a + = susceptible; - = resistente

Cuadro 9. Accesiones de frijol seleccionadas, con resistencia al patógeno del añublo de halo.

Resistencia no específica	raza 1	raza 3	raza 1 - 3
Gloriabamba(G2829)	Amarillo Enredo(G2331)	BAT 1215	BAT 590
Pajuro (G11766)	Bayo Zacatecas	BAT 1220	BAT 1281
Nariño 20 (G12666)	Guatemala 1240(G10813)	BAT 1251	V 8010
Poroto (G12592)	Guatemala 1382(G10889)	APN 18	VRA 81022
Palomo (G12669)	Calabozo (G12720)	EMP 60	GUAT.196-B(G5960)
Great Northern 1 Sel. 27(G3954)	Bola Roja (G11818)	EMP 81	Bayo madero
Wisc. HBR72 (G5477)	Pintado (G11761)	JCA linea 23(G14013)	G790
Jules (G5476)	Liborino L-7 (G916)	Norimbee (G14645)	

4. Patógenos Virales

Los objetivos de las investigaciones sobre virus del frijol en CIAT son:

1. Identificación y caracterización de virus de plantas que afectan al frijol en zonas productoras que reciben asistencia del Programa de Frijol.
2. Evaluación de la repercusión económica y del potencial epidemiológico de las enfermedades virales del frijol.
3. Identificación y selección de germoplasma de frijol resistente o tolerante a virus de frijol de importancia económica.
4. Examen selectivo del germoplasma mejorado de frijol segregante y avanzado por su reacción a virus patogénicos seleccionados.

Las estrategias empleadas para alcanzar estos objetivos incluyen:

1. Crear la infraestructura de laboratorio necesaria para realizar investigaciones aplicadas sobre virus tropicales del frijol.
2. Capacitar y asistir a científicos de programas nacionales en la identificación de virus que afectan la producción de frijol.
3. Desarrollar metodologías apropiadas para el examen selectivo de germoplasma por virus de frijol.
4. Asistir a los mejoradores en la identificación y selección de genotipos de frijol agrónomicamente superiores resistentes o tolerantes a virus del frijol económicamente importantes.

Investigaciones y capacitación

El Programa de Frijol fue el primero de los Programas de Insumos del Centro en iniciar investigaciones en virología de plantas. Este año, después de más de un decenio de investigaciones intensivas en esta área, CIAT ha inaugurado uno de los laboratorios de virus de plantas más modernos en América Latina, el cual contiene el equipo necesario para satisfacer las necesidades del Centro y del Programa de Frijol: 1) para detectar con precisión e identificar las enfermedades virales del frijol; 2) producir materiales diagnósticos; 3) ayudar a identificar germoplasma resistente; y 4) vigilar la distribución y epidemiología de los virus que afectan la producción de frijol.

Virología de Frijol ha adiestrado a científicos de programas nacionales de Argentina, Chile, Brasil, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Costa Rica, Nicaragua, El Salvador, Guatemala, México, Cuba, República Dominicana, así como científicos de algunos países europeos y africanos. Virología de Frijol constantemente provee a estos colaboradores con materiales diagnósticos, como antisueros y cultivos diferenciales, y visita la mayoría de los países latinoamericanos, cuando es posible, para mantener una interacción cercana dentro de esta red de investigaciones.

Enfermedades virales del frijol

El Cuadro 1 muestra las principales enfermedades virales de Phaseolus vulgaris en América Latina; los virus causales; vectores; epidemiología; importancia económica; y distribución geográfica. De estas enfermedades, el mosaico común del frijol, el mosaico amarillo de frijol, el mosaico severo del frijol, el mosaico sureño del frijol, mosaico enano (achaparramiento) del frijol, y el mosaico dorado del frijol, son las limitaciones de la producción de frijol más importantes causadas por virus en América Latina. Las pérdidas de rendimiento mostradas en el Cuadro 1 se basan en resultados experimentales y/o observaciones de pérdidas totales de rendimiento, que a menudo ocurren con enfermedades como el mosaico severo del frijol, mosaico enano del frijol, y mosaico dorado del frijol. Algunas de estas enfermedades están geográficamente restringidas, pero otras, como el mosaico común del frijol y el mosaico meridional del frijol, se distribuyen ampliamente debido a la transmisión de los virus causales en algunas de las semillas producidas por plantas infectadas. Otra observación interesante es la alta incidencia de virus transmitidos por escarabajos en Centroamérica, probablemente debido a la asociación más frecuente del frijol y maíz (un hospedante bueno para los escarabajos-vectores de estos virus). La distribución de virus transmitidos por (la) mosca blanca Bemisia tabaci también puede depender de la presencia de otros cultivos, que actúan como hospedantes para este insecto vector del mosaico enano del frijol y del virus de mosaico dorado del frijol. Sin embargo, el vector y, en consecuencia, la enfermedad, son más prevalentes en ambientes o períodos del año cálidos y secos.

Debido a la importancia económica y al potencial epidemiológico de los virus del mosaico común del frijol, del mosaico amarillo del frijol, del mosaico enano y del mosaico dorado del frijol, el Programa de Frijol ha decidido concentrar los esfuerzos de investigación en estos cuatro virus principales, con énfasis en el desarrollo de germoplasma resistente o tolerante.

a. VIRUS DEL MOSAICO COMUN DEL FRIJOL

La primera metodología de evaluación selectiva de germoplasma se desarrolló en 1978 para el mosaico común del frijol, indudablemente la enfermedad viral más importante del

frijol común en el mundo. El primer paso fue la selección de cepas (variantes patógenas) del virus del mosaico común del frijol (BCMV) necesarias para identificar los genes de resistencia recesivos y dominantes conocidos en Phaseolus vulgaris. Debido al volumen grande de plantas individuales examinadas al comienzo del proyecto (más de 2,000 plantas por día hábil), una combinación de tres cepas de BCMV (Fla, NY 15 y NL 4), se usó para inocular plantas F3/F4 con el fin de eliminar los genotipos susceptibles (recesivos) al mosaico. Finalmente, líneas F4 homocigotas resistentes al mosaico se inocularon con una cepa diferente del BCMV, NL 3, capaz de detectar el gen dominante (I) que confiere resistencia al BCMV en P. vulgaris. La expresión de hipersensibilidad en plantas inoculadas con BCMV-NL 3, es prueba definitiva de la existencia de resistencia dominante contra las cepas del BCMV que inducen mosaico, las cuales se hallan predominantemente en América Latina. La resistencia dominante monogénica al BCMV ha sido altamente estable y efectiva en América Latina por más de dos decenios.

Sin embargo, la existencia de cepas del BCMV capaces de inducir necrosis sistémica (conocida como blackroot) en genotipos de frijol que poseen resistencia monogénica dominante, condujo a la implementación de una metodología modificada de examen selectivo diseñada para identificar genotipos que poseen una combinación del gen dominante y genes recesivos, que anteriormente se ha demostrado que protegen los genotipos con resistencia monogénica dominante sola, contra las cepas del BCMV que inducen necrosis. La modificación (Figura 1) incluyó la selección de las cepas del BCMV NL 3 y NL 4, para detectar: 1) el gen dominante solo (necrosis sistémica inducida por BCMV-NL 3); 2) el gen dominante protegido por genes recesivos (lesiones locales necróticas inducidas por BCMV NL 3, o plantas sin síntomas); y 3) genes recesivos solos (mosaico inducido por BCMV NL 4, excepto en plantas que poseen el gen recesivo 3, que permanecen sin síntomas).

Después de esta metodología, Virología de Frijol continuó la evaluación de germoplasma diverso de frijol este año. Como puede apreciarse en el Cuadro 2, el tamizado selectivo de materiales segregantes tempranos sigue siendo el principal objetivo (67%) del proyecto de BMCV, seguido por la evaluación de líneas avanzadas (17.3%), usadas principalmente como una prueba confirmatoria. En 1987, el número de líneas segregantes (aproximadamente 860), enviadas a Virología de Frijol por algunos programas nacionales, aumentó un 58% en relación a la cifra del último año (500), señalando una mayor capacidad en los programas nacionales para manejar generaciones tempranas.

El proyecto de resistencia a la raíz negra todavía se mantiene a un relativamente moderado pero en incremento. Por ejemplo, el proyecto africano de raíz negra recientemente implementada produjo 63 líneas resistentes homocigotas F3 y un número igual de materiales segregantes, de selecciones F2 y retrocruzamientos individuales. Este proyecto de

retrocruzamiento, iniciado dos años atrás para mejorar variedades nativas susceptibles al BCMV conocidas por presentar problemas de ligamiento de color de grano con la susceptibilidad al BCMV, continuó con un total de 4,360 plantas individualmente examinadas y reproducidas por semilla en condiciones de casa de malla.

En el caso de América Latina, el proyecto chileno de raíz negra iniciado seis años atrás, continuó generando líneas resistentes al mosaico y a la raíz negra. Este año, se seleccionaron 357 líneas de semilla blanca y negra, 43 de las cuales fueron homocigótas-resistentes a todas las cepas del BCMV, y 13 más eran plantas múlti-resistentes segregantes y susceptibles a la raíz negra. Todas estas líneas tienen características agronómicas excelentes y, junto con 28 líneas identificadas el año pasado en el mismo proyecto, constituyen germoplasma muy valioso para zonas de producción del frijol con problemas de raíz negra existentes o potenciales.

El proyecto colaborativo entre IVT, Wageningen, y CIAT para la incorporación de genes I, bc2.2 y genes bc3 para resistencia a cepas del BCMV, que inducen mosaico y necrosis, en germoplasma adaptado al trópico, concluyó este año con la evaluación y selección final de 23 poblaciones F4 (Cuadro 3). Estos materiales van a entrar al VEF de CIAT 88 y a los bloques de cruzamiento como fuentes de resistencia al BCMV y para ser evaluados para su adaptación a condiciones tropicales y otros factores de resistencia.

Virus de Frijol Transmitidos Por Mosca Blanca: Mosaico Dorado del Frijol y Mosaico Enano del Frijol

Como se anunció el año pasado, hubo un cambio en las prioridades de investigación de Virología de Frijol, del mosaico común del frijol a las enfermedades del frijol causadas por virus transmitidos por la mosca blanca. Este cambio en las prioridades de investigación es el resultado de la implementación exitosa de metodologías eficientes para la selección de materiales resistentes al BCMV, y el cambio en el foco de investigación en respuesta a la mayor propagación e importancia económica de enfermedades del frijol causadas por virus transmitidos por la mosca blanca Bemisia tabaci. Estos virus de plantas, conocidos como geminivirus, son patógenos altamente virulentos capaces de causar pérdidas totales de rendimiento. Dos de estos patógenos virales, el virus del mosaico enano del frijol y el del mosaico dorado del frijol, han alcanzado proporciones epidémicas en importantes zonas productoras de frijol de Centroamérica, América del Sur, y del Caribe, limitando gravemente la producción de frijol en más de un millón hectáreas.

b. VIRUS DEL MOSAICO DORADO DEL FRIJOL

El año pasado informamos sobre la implementación de técnicas de inoculación mecánica para el virus del mosaico dorado del frijol (BGMV), que nos permitieron evaluar las fuentes más

ampliamente usadas de resistencia o tolerancia al BGMV, específicamente por su reacción al virus, excluyendo, una interacción posible con mecanismos de resistencia de insectos vectores. Los resultados obtenidos en este estudio condujeron a la identificación de mecanismos de defensa de las plantas que anteriormente eran inadvertidos, y recombinaciones genotípicas favorables (posiblemente segregación transgresiva), las cuales actualmente se están explotando en el proyecto de mejoramiento de BGMV. Los diversos mecanismos de defensa identificados hasta el presente son: 1) escape a la enfermedad debido a plantas de desarrollo temprano o de superior vigor, 2) tolerancia, definida como la capacidad de un genotipo para producir aceptablemente a pesar de la existencia de una infección sistémica, y 3) baja expresión de síntomas de mosaico y enanismo.

Nuevas Fuentes potenciales de resistencia

Un total de 1,660 accesiones de germoplasma se evaluó en 1986-1987, bajo diversas condiciones de cultivo en Guatemala, México, Argentina y Brasil. Con base en los resultados obtenidos en éstas cuatro localidades, una selección final de 188 accesiones se hizo para evaluarse más críticamente en localidades claves de Argentina, Brasil, El Salvador, Guatemala, el Golfo y las Costas del Pacífico de México, y la República Dominicana. Se espera que estas evaluaciones se completen el próximo año, pero ya tenemos resultados preliminares obtenidos en Guatemala. Como se muestra en el Cuadro 4, 40 fuentes nuevas de resistencia al BGMV fueron seleccionadas en Guatemala. Estas selecciones contrastan en cantidad y variedad con las pocas fuentes de semilla negra disponibles anteriormente (2-5) con resistencia al BGMV. Además de estas 40 accesiones de germoplasma, otro grupo de 31 accesiones de germoplasma fue también seleccionado en Guatemala como 'intermedio' en expresión de síntomas. Se espera que más accesiones serán seleccionadas en otras zonas de prueba.

Cruzamientos experimentales con fuentes nuevas seleccionadas de resistencia al BGMV

Como se informó el año pasado, hemos identificado valiosos mecanismos de defensa en diversos genotipos de frijol con diferentes tipos de granos y características agronómicas. Tres de estos genotipos seleccionados: Great Northern 164557 (de semilla blanca); Pinto 114 (semilla color crema veteadada parda); y Red Mexican 35 (semilla rojo oscuro) fueron seleccionados como progenitores masculinos y femeninos para cruzarse con la más ampliamente usada fuente de resistencia al BGMV: Porrillo Sintético. Este genotipo de semilla negra en verdad ha probado ser un progenitor excelente en el proyecto de BGMV y, aunque puede ser afectado por el virus, resiste ataques moderados de BGMV bajo condiciones de campo. Porrillo Sintético también parece tener alguna resistencia contra el vector de mosca blanca del BGMV. Los seis cruzamientos entre P. Sintético y Great Northern 164557, Pinto 114 y Red Mexican 35 (incluyendo cruzamientos recíprocos) se hicieron bajo condiciones de casa de

maña, donde las plantas permanecieron hasta que la semilla F2 se produjo. Las poblaciones F2 se sembraron este año en Monjas, Guatemala junto con las poblaciones F2/F3 generadas por Mejoramiento de Frijol I. Los resultados de una evaluación preliminar llevados a cabo aproximadamente siete semanas después de la siembra, señalaron que había una variabilidad genética adecuada, características agronómicas buenas y, además, niveles excelentes de resistencia al BGMV en todas éstas poblaciones F2 experimentales, con relación al comportamiento de los testigos resistentes y susceptibles sembrados en el mismo campo.

En conclusión, estamos tratando con un virus inusualmente devastador, capaz de infectar cada una de las miles de accesiones de germoplasma de frijol y cultivares examinados hasta el momento. El BGMV ataca generalmente las plantas muy temprano, causando retardo del crecimiento grave en las planta, pérdida de actividad fotosintética, aborto de flor, y malformación de vaina y de semillas. Comprensiblemente, estos síntomas a menudo dan lugar a pérdidas de rendimiento de 100% o, en el mejor de casos, pérdidas económicas considerables que ya han conducido al abandono de regiones tradicionalmente dedicadas al cultivo del frijol. En consecuencia, no estamos buscando genotipos inmunes de frijol; el bien-documentado éxito obtenido con las líneas de semilla negra tolerantes al BGMV desarrolladas en Centroamérica, claramente indica que el mosaico dorado del frijol se puede controlar económicamente con un nivel adecuado de tolerancia al virus. El énfasis de las investigaciones sobre el BGMV actualmente llevadas a cabo en CIAT es en el desarrollo de genotipos de frijol tolerantes o resistentes al BGMV que posean colores de granos diferentes al negro. Para lograr esta meta, hemos identificado diferentes genotipos que poseen rasgos específicos resistentes al BGMV. Por lo tanto, tenemos genotipos que presentan crecimiento vigoroso o rasgos de resistencia virus/insecto que a menudo conducen al escape de la enfermedad. También tenemos genotipos que no muestran los síntomas característicos del mosaico dorado ni un amarillamiento notorio cuando son infectados por el BGMV. También, hay genotipos que no sufren reducción significativa de crecimiento cuando son atacados por el virus. Además, hemos identificado varias accesiones que no sufren un notorio aborto de flores a pesar de la infección viral, y alguno de estos genotipos producen vainas y semilla normales. El próximo paso requiere un proyecto de cruzamiento bien-planificado para combinar estos rasgos e incorporarlos en cultivares comercialmente aceptables. La existencia de líneas experimentales altamente tolerantes al BGMV, como A 429, una línea mejorada destinada a proyectos distintos al BGMV pero que coincidentalmente se originó de algunas de las combinaciones genéticas propuestas aquí, constituye una prueba experimental que apoya los objetivos de mejoramiento perseguidos por el proyecto BGMV actual. El Cuadro 5 resume estos resultados de investigación y enumera algunos de los tipos de granos que se pueden usar en proyectos de cruzamiento futuros.

Mejoramiento por resistencia al BGMV

Aparte del éxito obtenido con la clase Azufrado en México, poco progreso se había registrado en genotipos de color diferente al negro verdaderamente comerciales, aunque algunas líneas resistentes no-negras con el transcurso de los años han acumulado niveles de resistencia iguales a o mejores que las variedades negras originales. Estas líneas resistentes no-negras incluyen DOR 364, una línea rojo oscuro de excelentes características agronómicas; DOR 365, con unos granos similares a Carioca; A 429, con tipo de granos Pinto, que a la vez produjo una serie de líneas con granos similares a la clase Rosinha rosado claro. Mayor resistencia también ha recuperado en líneas negras, y Cueto de Cuba 25-9, también negra pero sin relación conocida con otras líneas negras, presentó un grado moderado de resistencia. El examen actual de germoplasma reveló resistencia y tolerancia en dos grupos principales, básicamente: 1) los materiales de tamaño de granos medianos y hábito de crecimiento tipo III, del acervo genético representado por Pintos y Great Northerns, y 2) los tipos de semilla grande que principalmente presentan el tipo de reacción frecuentemente seleccionado en Sinaloa, o sea síntomas intensos y buena carga de vaina.

En resumen, tenemos actualmente una cantidad sin precedentes de variabilidad genética por resistencia al BGMV, gran parte de ella en genotipos no-negros. Los esfuerzos futuros de mejoramiento deben centrarse en la utilización de esta diversidad en las áreas donde hasta ahora se ha hecho poco progreso: en genotipos de semilla pequeña para Brasil, y en tipos veteados rojos de tamaño medio para el Caribe. Con este fin se planearon cruzamientos en compañía de científicos del CNPAF, Brasil, y se realizaron en CIAT, para buscar niveles aún más altos de resistencia capaces de resistir la presión de la enfermedad en Brasil. Las poblaciones se preseleccionaron por tipo de granos, y se observó que aún en cruzamientos incluyendo sólo genotipos resistentes, fue posible recuperar tipos de granos comerciales o casi comerciales de las clases siguientes: crema, bico de ouro, carioca, rosinha y negro.

El uso de genotipos de tamaño medio tipo III del acervo genético Pinto puede presentar problemas especiales. La experiencia pasada con cruzamientos entre dichos genotipos y aquellos de semilla pequeña sugiere que el progreso es generalmente lento en introducir rasgos de un acervo genético a otro. Sin embargo, excepciones notables a esta regla han ocurrido en poblaciones en las cuales participa a Carioca, también de tipo III pero con granos relativamente más pequeños. Además de ser una variedad comercialmente importante que necesita resistencia al BGMV, Carioca puede servir como un puente entre los dos acervos genéticos incluidos.

El mejoramiento de los tipos del Caribe debe lógicamente ser favorecido por el germoplasma de granos de tamaño grande, ya que no será entonces necesario tratar problemas de cruce entre acervos genéticos. Hasta ahora, sin embargo, el germoplasma no se ha evaluado en la República Dominicana u otro sitio del

Caribe. Las pruebas con inoculaciones de invernadero sugieren que el aislamiento dominicano es especialmente agresivo. En verdad, la variedad Dominicana susceptible Pompadour es ocasionalmente tolerante en el campo en Guatemala y es aún mejor en Sinaloa. Queda por verse cuánta de la tolerancia seleccionada en Guatemala se mantendrá igual en República Dominicana. Entretanto, continuamos buscando resistencia con líneas desarrolladas anteriormente como DOR 302, DOR 257, etc.

Evaluación y selección de germoplasma resistente/tolerante al BCMV en condiciones de campo

En el pasado, el germoplasma del frijol se evaluó por mosaico dorado del frijol en una escala de 1-5 ó 1-9 según el grado de expresión de síntomas (mosaico o amarillamiento). Sin embargo, las pérdidas de producción no siempre se correlacionaron con la intensidad o gravedad de síntomas de mosaico presentados por un genotipo dado. Actualmente, mientras la escala de 1-9 todavía se usa para evaluar la intensidad de los síntomas de mosaico inducidos por el BGMV en un genotipo dado, el criterio máximo de selección es la carga de vainas o adaptación reproductiva, calificado en una escala de 1-9 (1 excelente, y 9 muy pobre). Una comparación entre estos dos selección criterios fue hecha por el Ing. Rafael Salinas, mejorador del frijol del Programa Nacional mexicano, en Los Mochis, Sinaloa. Los resultados de este estudio, realizado con dos familias diferentes de 'Azufrado' (de semillas amarilla), mostraron ganancias de rendimiento promedio de 26.5% en F3 y de 21.5% en F4 cuando el criterio de selección fue el rendimiento, en comparación con ganancias promedio de rendimiento de 17.5% en F3 y de 15.0% en F4 cuando la selección se basó en expresión de síntomas solamente. Este estudio demuestra claramente la importancia de la evaluación de la respuesta diferencial de genotipos del frijol a los diversos síntomas (mosaico, enanismo, aborto de flor, malformación de vaina/semilla) inducidos por el BGMV. Este esquema de evaluación se puede seguir fácilmente mediante la adopción de códigos de letras como M = síntomas de mosaico dorado intensos; m = síntomas de mosaico intermedio; D = enanismo grave; d = enanismo intermedio; mientras la ausencia de letras seleccionadas significaría poca o ninguna expresión del síntoma evaluado. Estos códigos nemónicos pueden ser ampliados para evaluar establecimiento de flor y de vainas u otras respuestas de la planta que sean de interés. Esta evaluación no es para distribución pero sirve como una descripción codificada de cómo los genotipos de frijol responden al BGMV. Estos conceptos de evaluación se han tratado completamente y se han aceptado fácilmente entre investigadores de programas nacionales que participan en el proyecto cooperativo de BGMV.

Investigaciones de virología molecular

El progreso sobresaliente de la ciencia en los campos de ingeniería genética, biología molecular, e inmunología, nos ha dado acceso a una tecnología altamente avanzada pero práctica de

considerable potencial en el área de investigación aplicada. La virología de plantas ha sido en particular beneficiada por los progresos tecnológicos recientes en los campos de inmunología (desarrollo de anticuerpos monoclonales), ingeniería genética (desarrollo de sondas de ADN complementario), y biología molecular (secuenciación de ácidos nucleicos virales). Como un ejemplo práctico, uno de las preguntas más frecuentes acerca del virus del mosaico dorado del frijol (BGMV), es si este virus posee suficiente variabilidad patogénica para limitar el despliegue de genes resistentes en zonas afectadas por BGMV donde estos genes quizás no existan. Para la mayoría de los virus, la identificación/detección de variantes patógenas (cepas), se puede realizar a través del uso de cultivares diferenciales o uso de antisuero convencional policlonal (antisueros no fraccionados que contienen una mezcla de anticuerpos). En el caso del BGMV, sin embargo, el virus puede infectar todos los genotipos del frijol examinados hasta el presente y, desgraciadamente, hay una relación serológica cercana no sólo entre aislamientos geográficos del BGMV sino también entre el BGMV y otros geminivirus transmitidos por *B. tabaci*, en especies vegetales muy diferentes.

En consecuencia, para responder la pregunta sobre la variabilidad patogénica del BGMV, empezamos este año explorando la aplicabilidad práctica de las técnicas nuevas disponibles. Primero, miramos la posibilidad de usar anticuerpos monoclonales (producido por clones de células híbridas que secretan anticuerpos altamente específicos) contra un virus serológicamente-relacionado transmitido por la mosca blanca, el virus del Mosaico Africano de la yuca (ACMV) (pruebas gentilmente realizadas por el Dr. B.D. Harrison del Instituto Escocés de Investigaciones Sobre Cultivos) y, también, contra una cepa del BGMV (cultivos monoclonales producidos en el Departamento de Fitopatología, Universidad de Florida, por el Dr. E. Hiebert y Sra. G. Wisler). Los resultados de la primera prueba con anticuerpos monoclonales al ACMV y aislamientos del BGMV de México y Guatemala, se muestran en el Cuadro 6. Como puede concluirse de estos resultados, el anticuerpo SCR 18 monoclonal al ACMV, diferenciado entre los aislamientos mexicano y guatemalteco del BGMV, en consecuencia, estos aislamientos ahora se pueden reconocer como cepas diferenciadas del BGMV. El anticuerpo SCR 18 de ACMV monoclonal también diferenció entre el aislamiento guatemalteco del BGMV y el virus del mosaico enano del frijol (anteriormente virus del moteado clorótico del frijol), y mostró una relación serológica entre el BGMV de Guatemala y el virus de mosaico de *Rhynchosia* de Colombia. Finalmente, el SCR 17 monoclonal reconoce todos los geminivirus transmitidos por la mosca blanca mientras que SCR 11 es específico para el virus del mosaico africano de la yuca (Cuadro 6).

Los anticuerpos monoclonales producidos en la Universidad de Florida se examinarán en CIAT en diciembre de este año, contra ocho aislamientos diferentes del BGMV, y cuatro otros

geminiviruses (patógeno al frijol) recientemente aislados de depósitos de maleza locales.

El segundo enfoque incluye la comparación de aislamientos del BGMV por determinación de la secuencia de sus genomas ADN-1 y ADN-2, aprovechando el proyecto cooperativo CRSP-T XIII establecido entre el Departamento de Fitopatología de la Universidad de Wisconsin y Brasil (CNPAP). Este proyecto, conducido por los Drs. D. Maxwell, R. Gilbertson, y P. Ahlquist en Wisconsin, y J. Faria en Brasil, busca comparar un aislamiento brasileño del BGMV con aislamientos del BGMV de otros países. Hasta el presente, el proyecto ha tenido éxito en determinar la secuencia de un aislamiento brasileño del BGMV y en demostrar diferencias significativas en la secuencia nucleótida entre este aislamiento y el aislamiento del BGMV original recogido en Puerto Rico por el Dr. R.M. Goodman. CIAT recientemente ha facilitado el aislamiento guatemalteco del BGMV para realizar estudios similares comparativos en Wisconsin y ojalá en CIAT el próximo año, y para ampliar el número de aislamientos sometidos a secuenciación del BGMV.

La tercera técnica, es la prueba de hibridación de ácido nucléico, usando ADN-1 y de exámenes de ADN-2 marcado radioactivamente con P32. Para este fin, un laboratorio especial, equipado para manejar materiales radioactivos, ya se había instalado como parte del nuevo Laboratorio Central de Virología. El próximo paso fue obtener los clones ADN-1 y ADN-2, que ya han llegado (gentilmente proporcionados por el Dr. R.M. Goodman). Esperamos implementar esta técnica este año para comenzar comparando los aislamientos del BGMV disponibles en 1988.

c. VIRUS DEL MOSAICO ENANO DEL FRIJOL

El virus del Mosaico Enano del frijol (BDMV), anteriormente llamado Virus de Moteado Clorótico del Frijol, se renombró este año por diversas razones. Primero, el virus se aisló por primera vez, y se caracterizó parcialmente como un miembro del grupo geminivirus transmitido por la mosca blanca. Segundo, los principales síntomas inducidos por este virus, son mosaico y enanismo; y, tercero, el nombre original dado a esta enfermedad (originalmente descrito en Brasil) fue "mosaico enano".

Como se indicó anteriormente, el mosaico enano del frijol se describió primero en Brasil como una enfermedad menor de *Phaseolus vulgaris*. Esta enfermedad, sin embargo, se distribuye ampliamente en América Latina, asociándose estrechamente con la presencia de la mosca blanca *Bemisia tabaci* y las especies de maleza malváceas en campos de frijol afectados. Como se informó en años anteriores, esta enfermedad alcanzó proporciones epidémicas en el noroeste de Argentina, a finales de la década del '70 coincidiendo con la expansión de la soya en la misma región (la soya es un hospedante apropiado para la mosca blanca *B. tabaci*). La enfermedad también alcanzó una incidencia alta en

la Costa Pacífica de México, interfiriendo con la evaluación de germoplasma de frijol por su reacción al BGMV. Las pérdidas de rendimiento solamente en Argentina sobrepasaron 20,000 toneladas en un año.

Dada la importancia económica de esta enfermedad, y su estrecha relación con el mosaico dorado del frijol, el agente causal se aisló y se caracterizó parcialmente en CIAT. Este estudio demostró que el virus es un miembro del grupo de geminivirus, transmitido por la mosca blanca *Bemisia tabaci*. El BDMV está serológicamente relacionado con el BGMV (mosaico dorado) pero como se ha mostrado anteriormente en el Cuadro 6, estos dos geminivirus del frijol se pueden diferenciar serológicamente usando anticuerpos monoclonales.

De interés específico fue la investigación sobre el espectro patogénico del BDMV en los cultivares diferenciales usados comúnmente para otros virus del frijol (originalmente examinados por virus del mosaico común del frijol por el Dr. E. Drijfhout, IVT, Wageningen, Países Bajos). El Cuadro 7 muestra los resultados de las pruebas patogénicas llevadas a cabo tanto mediante inoculación mecánica y como usando el vector mosca blanca, *B. tabaci*. Como puede concluirse de estos resultados, había algunos genotipos que no podían ser infectados por el BDMV, a diferencia del caso del BGMV que infecta todos estos genotipos. Es interesante observar que los genotipos resistentes al BDMV son también los más difíciles de infectar con el BGMV en pruebas de inoculación mecánica y, además, que estos genotipos resistentes habían sido anteriormente seleccionados como fuentes potenciales de resistencia al mosaico dorado. También, estos resultados están de acuerdo con anteriores evaluaciones de campo de genotipos similares del frijol.

d. VIRUS DEL MOSAICO AMARILLO DEL FRIJOL

El mosaico amarillo del frijol es una enfermedad viral relativamente restringida pero importante del frijol en América Latina. La enfermedad afecta el frijol principalmente en Chile y Uruguay. Como se ha informado en años anteriores, esta enfermedad es una de las limitantes principales de la producción en Chile, debido a la aparición reciente de una nueva variante del virus (BYMV), capaz de infectar genotipos de frijol usados como fuentes de resistencia para controlar las cepas anteriormente conocidas del BYMV en Chile. Esta enfermedad es también importante en los Estados Unidos, Europa, África del Norte, Asia y China Occidental.

Considerando la distribución restringida de esta enfermedad y la ausencia de cepas virulentas de este virus en Colombia, Virología de Frijol buscó la cooperación del Instituto de Virología Aplicada de Plantas, en Torino, Italia. El proyecto cooperativo resultante, titulado "Caracterización de los Principales Aislamientos del Virus del Mosaico Amarillo que Limitan la Producción de Frijol en África del Norte, África y

China Occidental", ahora está oficialmente en curso, con los Drs. O. Lovisolo y V. Lisa como principales investigadores en Italia. Considerando la importancia de continuar las investigación sobre el mosaico amarillo del frijol en América Latina, los estudios cooperativos iniciales llevados a cabo en Chile por científicos del programa nacional y CIAT, ahora han sido transferidos a Italia.

Cuadro 1. Principales enfermedades causadas por virus en el frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en América Latina, características generales, importancia económica y distribución geográfica

Enfermedad	Virus	Vector	Transmisión por semilla		Epidemiología	Rend. Cruces Distribución Geogr.
Mosaico Común del Frijol	BCMV ¹	Afidos	Sí	Endémica	20-50%	Todos los países
Mosaico Amarillo del Frijol	BYMV	Afidos	No	Epidémica	10-50%	Chile, Uruguay
Mosaico de la Soya	SMV	Afidos	Sí	Epidémica	10-30%	Argentina, Brasil, Colombia
Mosaico del pepino	CMV	Afidos	Sí	Epidémica	Desconocida	Colombia
Mosaico suave del Frijol	BMV	Escarabajos	Sí	Endémica	Desconocida	El Salvador, Colombia
Mosaico severo del Frijol	QPMV	Escarabajos	No	Epidémica	10-100%	América Central, Venezuela
Mosaico Sureño del Frijol	BSMV	Escarabajos	Sí	Endémica	20-56%	Todos los países
Mosaico Rugoso del Frijol	BRMV	Escarabajos	No	Epidémica	20-60%	Costa Rica, El Salvador, Guatemala
Mosaico Enano del Frijol	BDMV	Mosca blanca	No	Endémica + Epidémica	5-100%	Ampliamente distrib., epidémica en Argentina, México
Mosaico Dorado del Frijol	BGMV	Mosca blanca	No	Endémica/ Epidémica	5-100%	Argentina, Brasil, América Central y el Caribe

¹BCMV = Virus del Mosaico Común del Frijol; BYMV = Mosaico Amarillo del Frijol Virus; SMV = Mosaico de la Soya Virus; CMV = Virus del Mosaico del Coghombro;

BMV = Virus del Mosaico suave del Frijol; QPMV = Virus del Mosaico severo del fríjol; BSMV = Mosaico Sureño del Frijol Virus; BRMV = Virus del Mosaico Rugoso del Frijol; BDMV = Virus del Mosaico Enano del Frijol; BGMV = Virus del Mosaico Dorado del Frijol.

Cuadro 2. Germoplasma de frijol examinado en 1987 por su reacción al virus del mosaico común del frijol.

Materiales evaluados	No. Plantas Evaluadas	% Total Materiales Evaluados
Pruebas de Progenies	122,940	67%
Proyecto de Retrocruz.	4,360	2.4%
Proyecto Resistencia Raíz Negra	5,765	3.1%
Proyectos Especiales	5,578	3.0%
Selecciones Avanzadas	3,270	1.8%
Germoplasma de Programas Nacion.	12,960	7.2%
Viveros Programa de Frijol	28,360	15.5%
	183,223	100.0%

Cuadro 3. Materiales F₄bc3 del proyecto colaborativo IVT-CIAT que contiene genes I, bc2.2 y bc3 por resistencia a cepas del mosaico y necrosis del BCMV.

Cruzamiento F ₄ bc3	IVT Material No.	Población No.	Color Semilla
IVT 831575 x PAN 29	861149	1	Blanca (Navy)
IVT 831575 x PAN 29	861150	2	Blanca (Navy)
IVT 831607 x RAB 71	861151	1	Pequeña roja brillante
IVT 831607 x RAB 71	861152	2	Pequeña roja brillante
IVT 831607 x RAB 71	861153	3	Pequeña roja brillante
IVT 831607 x RAB 71	861154	1	Pequeña negra brillante
IVT 831607 x RAB 71	861155	2	Pequeña negra brillante
IVT 831607 x RAB 71	861156	3	Pequeña negra brillante
IVT 831629 x BAT 1554	861157	1	Med. negra opaca
IVT 831629 x BAT 1554	861158	2	Med. negra opaca
IVT 831629 x BAT 1554	861159	3	Med. negra opaca
IVT 831629 x BAT 1554	861160	1	Pinto
IVT 831657 x BAT 1412	861161	1	Med. roja veteada kidney
IVT 831657 x BAT 1412	861162	2	Med. roja veteada kidney
IVT 831653 x Blanco INIA	870001	1	Med. blanca
IVT 831654 x CAN 20	870002	1	Amarilla
IVT 831654 x CAN 20	870003	2	Amarilla
IVT 831654 x CAN 21	870004	1	Amarilla
IVT 831657 x PAI 112	870005	1	Pequeña roja veteada
IVT 831657 x PAI 112	870006	2	Pequeña roja veteada
IVT 831657 x PAI 112	870007	3	Pequeña roja veteada
IVT 831657 x PAI 112	870008	4	Pequeña roja veteada
IVT 831657 x PAI 112	870009	5	Pequeña roja veteada

Cuadro 4. Selección final de accesiones de germoplasma y tipos de grano seleccionados en Monjas, Guatemala como fuentes potenciales de resistencia al mosaico dorado del frijol.

Número de accesiones de germoplasma seleccionadas	Tipo de Grano	Color Semilla	
		CP*	CS
12	Red Cranberry	2	6
3	Purple Cranberry	2	7
6	Pinto	2	4
1	Red Mottled	6	2
4	Light Red	5	
9	Dark Red	6	
1	Purple	7	
4	White	1	

* CP = Color primario de la semilla; CS = Color Secundario de la semilla.

Cuadro 5. Principales síntomas inducidos por el virus del Mosaico Dorado del Frijol en Phaseolus vulgaris, y genotipos de frijol con una baja expresión específica de síntomas

Principales Síntomas del BGMV	Genotipos Resistentes*
Mosaico (Amarillamiento)	Pinto, Great Northern
Enanismo (Crecimiento retardado)	Red Kidney, Cranberry, Canario
Aborto floral	Cranberry, Red Kidney
Deformación Vaina/Semilla	Redlands Greenleaf, Genotipos Exóticos

* No todos los genotipos citados presentan la misma reacción. Para información específica por favor comuníquese con la Sección de Virología de CIAT.

Cuadro 6. Relaciones serológicas entre cuatro geminivirus de Phaseolus vulgaris transmitidos por la mosca blanca según determinación con anticuerpos monoclonales al virus del mosaico africano de la yuca.

Geminivirus	Anticuerpo Monoclonal		
	SCR 11	SCR 17	SCR 18
BGMV-GUA ²	0	++ ³	+++
BGMV-MEX	0	++	0
BDMV--COL	0	++	0
RhMV-COL	0	++	++
Frijol Sano	0	0	0
ACMV	+++	+++	+++

¹ Pruebas realizadas por el Dr. B.D. Harrison, Scottish Crop Research Institute.

² BGMV = Virus del Mosaico Dorado del Frijol; GUA = Guatemala; MEX = México; BDMV = Virus del Mosaico Enano del Frijol; COL = Colombia; RhMV = Virus del mosaico de Rhynchosia; ACMV = Virus del mosaico africano de la yuca.

³ + = reacción positiva según la magnitud (relación);
0 = reacción negativa.

Cuadro 7. Reacción de cvs. seleccionados de frijol al BDMV-Col.

	Inoculación	
	Mecánica	<u>B. tabaci</u>
Dubbele Witte	+	+
Stringless Green Refugee	+	
Redlands Greenleaf-C	+	
Puregold Wax	+	
Imuna	+	
Redlands Greenleaf-B	+	
Great Northern 123	+	
Sardlac	-	+
Michelite	-	+
Red Mexican 34	-	-
Pinto 114	-	-
Monroe	-	+
Great Northern 31	-	-
Red Mexican 35	-	-
Widusa	+	
Black Turtle Soup	-	-
Jubila	+	
Topcrop	+	+
Improved Tendergreen	+	
Amanda	+	

+ = Síntomas de Mosaico Enano del Frijol; - = Sin síntomas;
Espacios en blanco = sin examinar.

Selecciones F₃
 (muestras de 10-15 semillas)
 Inoculación mecánica
 BCMB NL 3

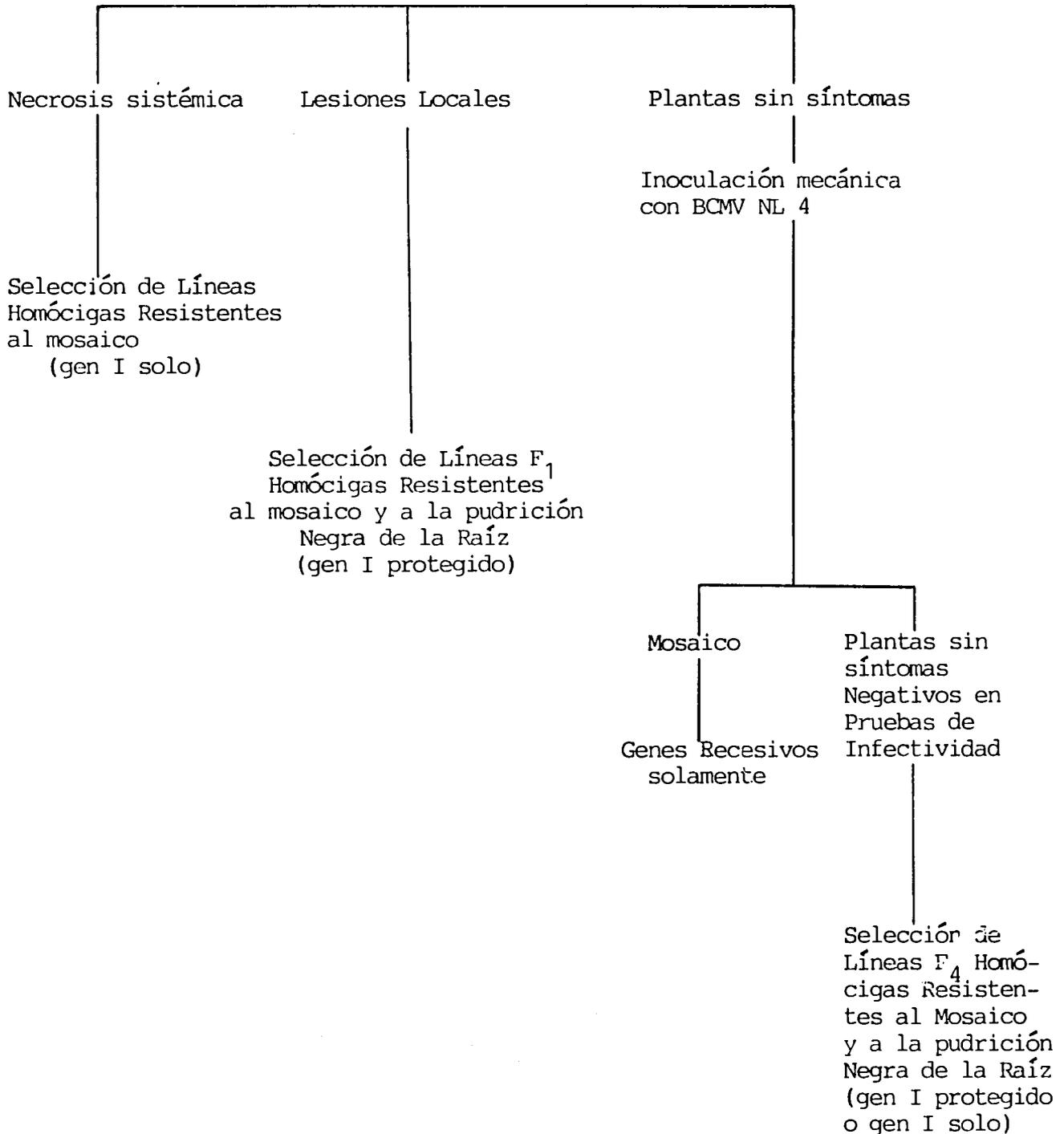


Figura 1. Metodología actual de examen selectivo implementada en CIAT para seleccionar genotipos de frijol resistentes al mosaico y a la raíz Negra.

5. Plagas invertebradas

El mejoramiento por resistencia a los saltahojas, brúchidos y picudo de la vaina continuó siendo la principal prioridad de la Sección de Entomología del Programa de Frijol en 1987. Continuaron los estudios sobre la biología, la ecología y las posibles preferencias varietales de la mosca blanca. Se hicieron significativos progresos con relación a la comprensión de los mecanismos de resistencia a los brúchidos y sobre técnicas para la selección de materiales resistentes en poblaciones segregantes. La red de Apion en América Central se amplió y se fortaleció. Por primera vez se estudiaron los mecanismos de resistencia a A. godmani. También se progresó en mejoramiento por resistencia a este insecto y se identificaron varias líneas resistentes y bien adaptadas.

a. Brúquidos

Selección por resistencia

Se reconfirmaron los altos niveles de resistencia a los brúchidos (Zabrotes subfasciatus) en las accesiones G 12947, G 12950 y G 12951. Estos materiales se incluirán como progenitores en futuros bloques de cruzamiento. La búsqueda de fuentes de resistencia a los brúchidos se amplió a otras especies dentro del género Phaseolus. De 40 accesiones evaluadas, solamente un material de P. xanthotrichus fue resistente a Z. subfasciatus y a Acanthoscelides obtectus. Además, 21 variedades cultivadas africanas que se consideraban resistentes a los brúchidos en Ruanda se revaluaron en CIAT. Todas ellas fueron muy susceptibles a ambos brúchidos obtectus.

Mecanismos y factores responsables de la resistencia

Para determinar niveles de mortalidad y la etapa del ciclo de vida afectada por la antibiosis, ambas especies de brúchidos se desarrollaron en la accesión silvestre de alta resistencia G 12954 y en el testigo cultivado, Diacol Calima. La disección y medición diarias de larvas reveló que los ciclos de vida de Z. subfasciatus y A. obtectus desarrollados en G 12954 progresaban por etapas y se retrasaban significativamente (Figura 1). Así, 24 días después de la infestación, 100% de los individuos de Z. subfasciatus en Calima habían empupado, en tanto que un 63% de la población en G 12954 no había alcanzado siquiera la etapa de larvas de segundo instar. En forma similar, un 90% de la población de A. obtectus desarrollada en Calima había empupado, en tanto que 40% de los individuos en G 12954 todavía eran larvas de primer instar. Los niveles de mortalidad de Z. subfasciatus y de A. obtectus criados en la accesión resistente fueron de 72.4 y 42.6%, respectivamente. Hasta un 97% de la mortalidad ocurrió en la etapa de larva de primer instar, lo que explica los bajos niveles de emergencia obtenidos en variedades resistentes. Esto es importante ya que afecta directamente las tasas de crecimiento de la población y los niveles de daño resultantes.

Un evento de mucha importancia fue la cría exitosa de los brúchidos en "semillas artificiales". Brevemente, los frijoles se ponen en remojo, se quitan las testas y la harina se seca y muele. Luego la harina se reconstituye en moldes, se liofiliza y se hidrata a temperatura ambiental. Las "semillas artificiales" así obtenidas se revisten luego con gelatina y se infestan como si estuvieran intactas. Se pueden agregar productos químicos o harinas de diferentes variedades para probar sus efectos. El tamaño, la textura y el color se estandarizan de manera que los factores intrínsecos a la semilla se pueden someter a bioensayo. El Cuadro 1 muestra que las reacciones de resistencia y de susceptibilidad para ambos brúchidos fueron consistentes aún cuando los valores numéricos para días hasta emergencia de adultos y para porcentaje de emergencia eran diferentes. La Figura 2 muestra que a medida que se agregaban proporciones cada vez mayores de harina de accesiones resistentes a una base de Calima, se presentaba una prolongación significativa en el ciclo de vida de ambos insectos, debido al mayor porcentaje de la variedad resistente en la dieta.

Se ha informado que la arcelina, una proteína similar a la lectina, confiere resistencia a Z. subfasciatus (Informe Anual CIAT, 1986). Varias pruebas realizadas durante el año, reconfirmaron esta teoría. Así, se hallaron altos niveles de resistencia a Z. subfasciatus en variedades silvestres de frijol seleccionadas por los diferentes tipos de arcelina previamente identificados mediante electroforesis (Cuadro 2). Cuando se probaron 67 líneas seleccionadas en la Universidad de Wisconsin por su resistencia a Z. subfasciatus, cuatro líneas positivas con respecto a arcelina 1 fueron resistentes. Una línea inicialmente considerada desprovista de arcelina fué resistente. El resto fué susceptible. La evaluación por resistencia a A. obtectus todavía está pendiente.

Pruebas adicionales y más definitivas acerca de la importancia de la arcelina en conferir resistencia a Z. subfasciatus se hallaron cuando se crió esta especie en semillas artificiales a las cuales se había agregado arcelina 1 purificada a tres niveles diferentes. Al menor nivel ensayado, la arcelina no tuvo ningún efecto significativo en las larvas. A medida que se aumentó la concentración, el ciclo de vida se prolongó significativamente y se redujo el porcentaje de emergencia. La respuesta a dosificación, medida por la duración del ciclo de vida, fue casi lineal en los rangos de arcelina ensayados (Figura 3). Para el porcentaje de emergencia, se observó una respuesta significativa a la dosis en el mayor nivel de arcelina, indicando que se pueden necesitar altos niveles para afectar este parámetro (Figura 3). La concentración letal media (CL_{50}) para arcelina fue 6.5%. La importancia de la arcelina como factor de resistencia se confirmó cuando el insecto se desarrolló en "semillas artificiales" preparadas con harina de SARC-1, una línea de Sanilac derivada de retrocruzamiento, homocigótica por la presencia de arcelina 1 obtenida en la Universidad de Wisconsin (Cuadro 3).

Mejoramiento por resistencia

La reconfirmación de la arcelina como el factor responsable de la resistencia a Z. subfasciatus pero no a A. obtectus introdujo cambios importantes en el esquema de fitomejoramiento, especialmente con relación a la selección de materiales resistentes en poblaciones segregantes. Cada especie de brúchido se manipula separadamente. La selección por Z. subfasciatus se basa en la presencia o ausencia de arcelina según se detecta por pruebas serológicas (placas de Ouchterlony, pruebas ELISA) o por electroforesis. A falta de una técnica de selección rápida para el hidrato de carbono que la Universidad de Durham considera responsable de la resistencia a A. obtectus, la selección por esta especie en poblaciones segregantes se basa en pruebas de alimentación con semillas individuales junto con selecciones de plantas individuales realizadas en el campo por características agronómicas y de la semilla. Los Cuadros 4 y 5 ilustran algunas de las selecciones actualmente sometidas a revaluación por resistencia a Z. subfasciatus y a A. obtectus respectivamente.

b. PICUDO DE LA VAINA DEL FRIJOL (APION)

Estudios biológicos

El ciclo de vida del picudo de la vaina, Apion godmani, se estudió en las condiciones de campo de Danlí, Honduras. La duración de los diferentes estados fue: huevo, 9 días; larva; 19 días; pupa, 10.5 días; para un total de 38.5 días y una generación por estación de cultivo. Parece haber una relación fenológica estrecha entre la aparición de los primeros adultos colonizadores y el tiempo de floración. En otros experimentos, se halló que la siembras tempranas son más atacadas que las tardías. Esto es importante ya que la manipulación de fechas de siembra es una de las técnicas recomendadas para obtener altas poblaciones de insectos en los viveros de selección.

Se realizaron estudios sobre los posible mecanismos de resistencia a A. godmani en dos localidades de Honduras. Para simplificar, los resultados de una localidad se discuten en este informe. Las tasas de oviposición en variedades resistentes y susceptibles no difirieron significativamente (Figura 4). Cuando se tomaron muestras diarias de las poblaciones larvales, se halló hasta un 54% de mortalidad de larvas en la variedad resistente APN 83. Como resultado, las poblaciones totales de larvas en el testigo susceptible fueron consistentemente mayores que en la variedad resistente (Figura 4). Aunque falta reconfirmación, estos resultados preliminares sugieren que la antibiosis podría ser el mecanismo responsable de la resistencia a A. godmani.

Se reinició la selección por resistencia a A. godmani. Se reconfirmaron altos niveles de resistencia para las siguientes accesiones de germoplasma: G 03295, G 13614, G 07090, G06990, G 03324, G 03313, G 06130, G 09885, G 07032, G 03578, G 04397 y G 08142.

Se ha obtenido un excelente progreso en relación con el mejoramiento por resistencia a A. godmani. Se seleccionaron trece líneas de frijol arbustivo APN con niveles de resistencia aceptables, buena adaptación y color de la semilla en Honduras (Cuadro 6). Por primera vez, se seleccionaron líneas de frijol voluble por resistencia y adaptación entre los materiales del Vivero Internacional de Apion 1986 (Cuadro 7) y del Vivero Internacional de Apion 1987 (Cuadro 8).

c. EMPOASCA KRAEMERI

El informe sobre resistencia al saltahoja abarcó el primer semestre de 1987 ya que los ensayos del segundo semestre todavía no se han cosechado. Se puso énfasis en la evaluación de poblaciones de segregación temprana de materiales de semillas rojas y blancas, dos grupos especialmente difíciles de mejorar por resistencia al saltahoja. Varias de las poblaciones de semillas rojas y blancas superaron significativamente a los testigos, EMP 175 y BAT 41, respectivamente, con alta infestación de saltahoja (Cuadro 9). Los rendimientos de las parcelas absolutamente protegidas no fueron altos a causa de las severas condiciones de temperatura durante la estación de crecimiento.

Como se ha informado antes (Informe Anual CIAT, 1986), se han identificado por primera vez líneas superiores de frijol arbustivo determinado. Estas líneas mejoradas se probaron nuevamente por rendimientos en 1987. Como se ve en el Cuadro 10, la mayoría de las líneas superaron significativamente a los testigos comerciales. Se inició un nuevo ciclo de selección recurrente con estos genotipos superiores.

La búsqueda de nuevas fuentes de resistencia entre las accesiones de germoplasma incluía la evaluación de 2,247 materiales. No se hallaron fuentes entre la habichuela ni el frijol silvestre. Dos variedades de frijol seco se clasificaron como altamente resistentes. Además de las accesiones de germoplasma, 38 líneas híbridas de Phaseolus vulgaris x P. acutifolius se evaluaron. Ninguna fué resistente.

d. MOSCA BLANCA

Continuaron los estudios sobre las relaciones planta hospedante y preferencias varietales de la mosca blanca, Bemisia tabaci, en 1987. Varios experimentos confirmaron que los adultos prefieren ovipositar en hojas cotiledonales y que el tiempo óptimo para la toma de muestras de poblaciones de pupas es 30-35 días después de la siembra. Se evaluó el tamaño óptimo para las evaluaciones rutinarias de las poblaciones de mosca blanca en diferentes genotipos. Un surco, parcelas de 3 metros, no difirió significativamente de 4 surcos, parcelas de 3 metros. Como se informó en 1986, el tamaño óptimo de la muestra para comparar diferencias varietales en términos de poblaciones pupales fue nuevamente 10 hojas cotiledonales en 3 metros de surco. Una vez que se refinaron las técnicas experimentales y de muestreo, la

selección por posibles diferencias varietales entre genotipos seleccionados, previamente estudiados, continuó en condiciones de invernadero y campo. Los resultados se presentarán en 1988.

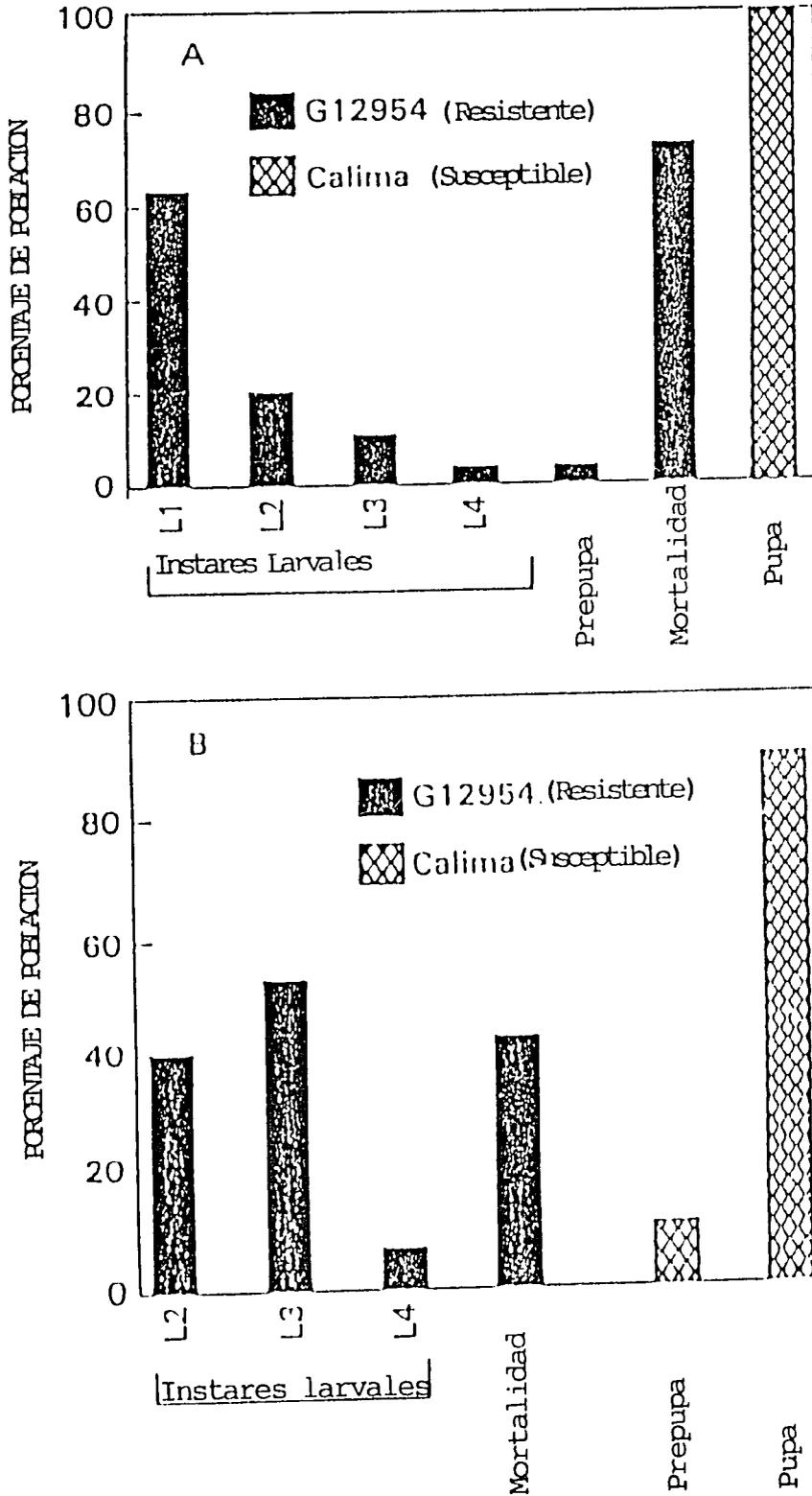


Figura 1. Distribución de los estados del ciclo de vida y de mortalidad de (A) *Z. subfasciatus* y (B) *A. obtectus* 24 y 29 días, respectivamente, después de la infestación de dos variedades de frijol.

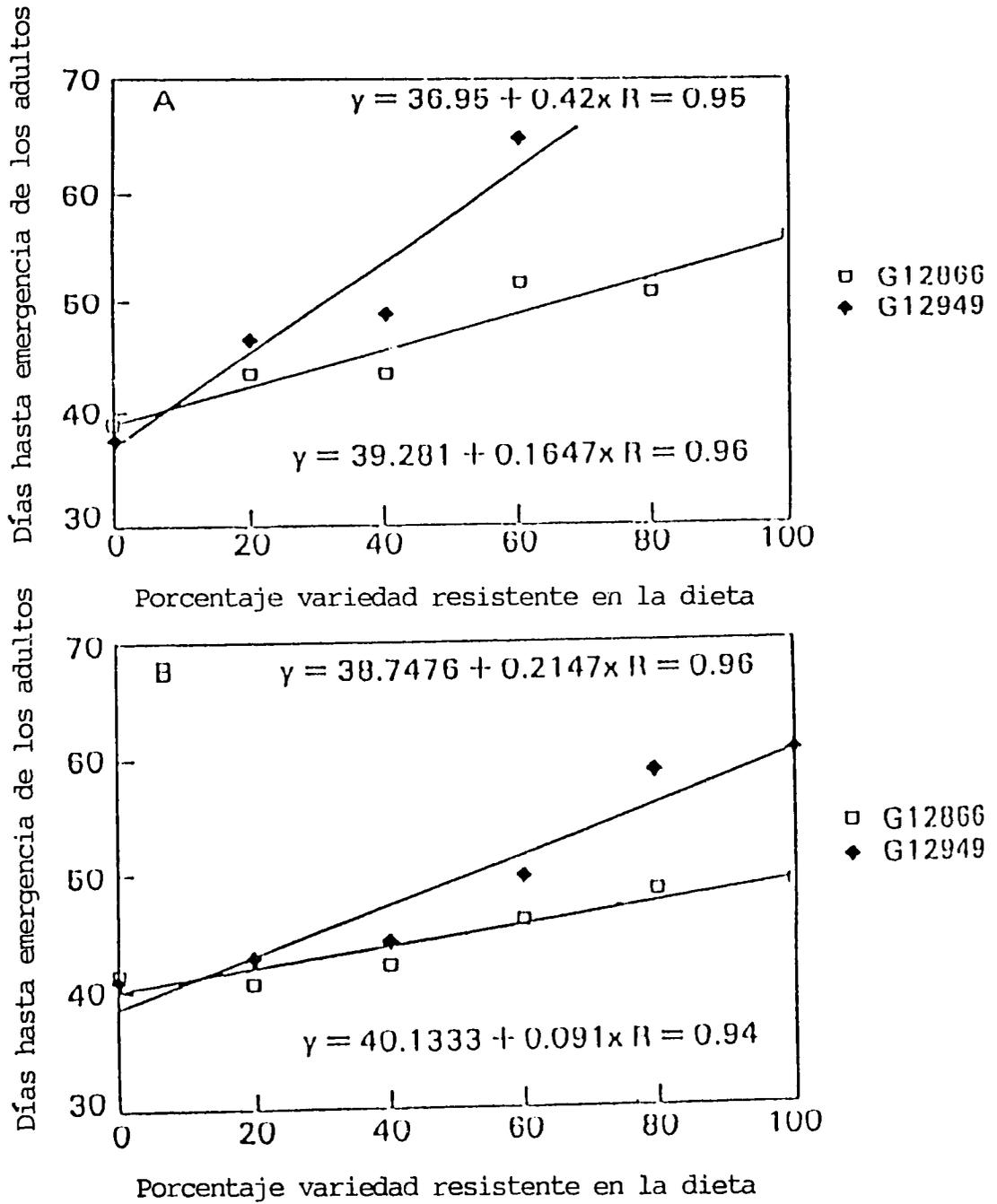


Figura 2. Regresión del porcentaje de variedad resistente en la dieta en la duración del ciclo de vida de (A) Z. subfasciatus y (B) A. obtectus.

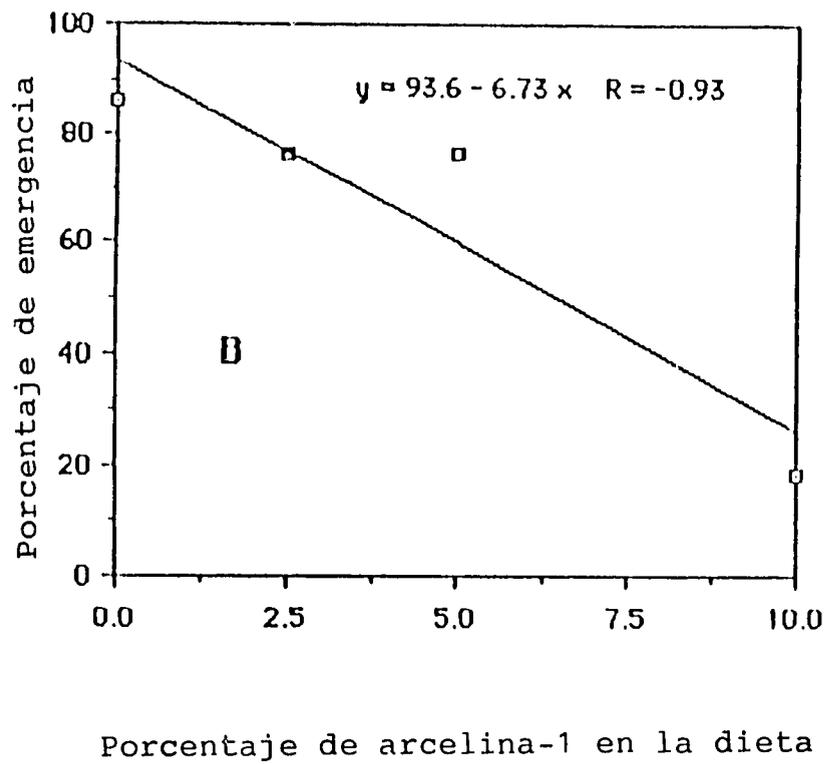
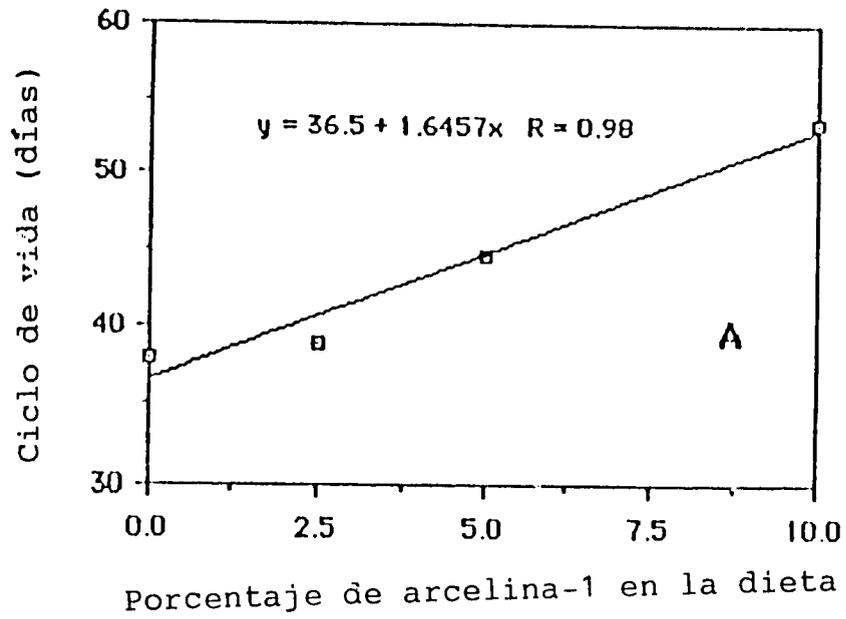


Figura 3. Regresión del porcentaje de arcelina-1 en la dieta en (A) la duración del ciclo de vida y (B) el porcentaje de emergencia de Z. subfasciatus.

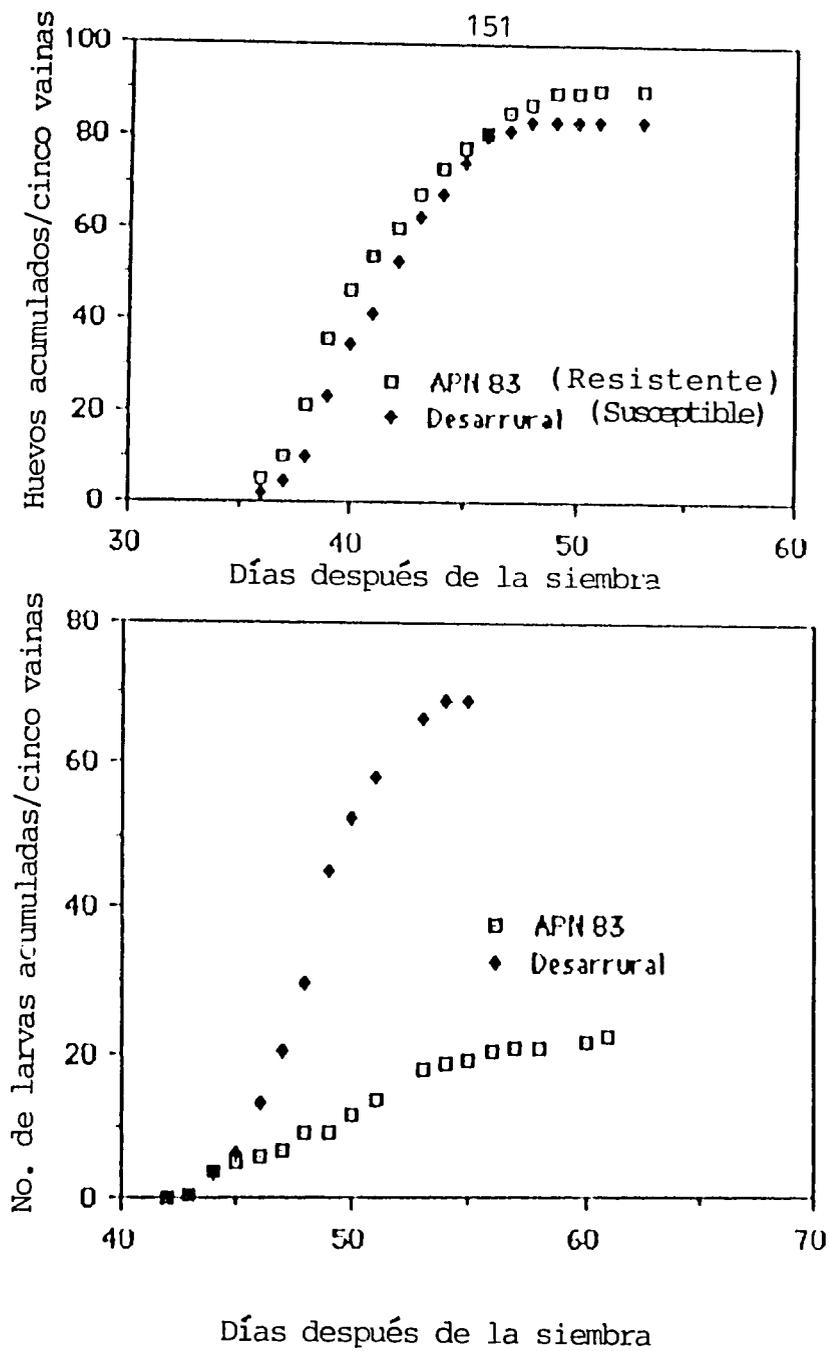


Figura 4. Poblaciones de huevos y larvas de Apion godmani en dos variedades de frijol. El Barro, Honduras, 1987. Promedios de cuatro repeticiones.

Cuadro 1. Desarrollo de Z. subfasciatus y A. obtectus en semillas de frijol seco "artificial" e intacto de una variedad de frijol resistente (G 12954) y una susceptible (Calima).

Técnica	Variedad	Porcentaje emergencia	Días a adulto emergencia	Peso/adulto (9x10 ⁻³)
<u>Z. subfasciatus</u>				
Semilla artificial	G 12954	1.3b	64.0a	-
	Calima	61.9a	40.5b	-
Semilla intacta	G 12954	20.6b	59.3a	0.7
	Calima	86.5a	33.7b	1.4
<u>A. obtectus</u>				
Semilla artificial	G 12954	1.0b	74.0a	1.3b
	Calima	40.2a	38.3b	2.5a
Semilla intacta	G 12954	7.2b	55.1a	1.0b
	Calima	40.6a	36.2b	2.4a

a) Promedios dentro de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de 5% (P 0.05; prueba de rango múltiple de Duncan [1955]). Cada especie se analizó separadamente.

Cuadro 2. Niveles de resistencia a Z. subfasciatus en variedades de frijol silvestre seleccionándolas por presencia de variantes de arcelina. Promedios de cuatro repeticiones.

Accesión	Porcentaje emergencia	Ciclo de vida (días)	Peso/adulto (g $\times 10^{-3}$)	Puntaje
G 12882-Arc1	11.5c	48.9c	0.8c	Resistente
G 12866-Arc2	11.7c	48.5c	0.9b	Resistente
G 12922-Arc3	81.7b	42.3d	0.8c	Intermedia
G 12949-Arc4	5.4d	70.1d	0.5d	Resistente
G 12952 (testigo)	10.4c	64.5b	0.5d	Resistente
Calima (Test. Susc.)	96.1a	32.9c	1.3a	Susceptible

Promedios dentro de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de 5% (prueba de rango múltiple de Duncan).

Cuadro 3. Biología de Z. subfasciatus en semillas "artificiales" e intactas de cuatro variedades.

Técnica	Variedad	Puntaje	Porcentaje emergencia ^a	Días a adulto emergencia
Semilla artificial	Calima	Susceptible	87.7b	37.9b
	L 12-56	Susceptible	74.7c	38.4b
	Sanilac	Susceptible	86.1bc	37.8b
	SARC 1	Resistente	18.4d	53.7a
Semilla intacta	Calima	Susceptible	93.0abc	31.5b
	L 12-56	Susceptible	100.0a	32.1b
	Sanilac	Susceptible	95.9ab	31.3b
	SARC 1	Resistente	7.3d	50.7a

^a Promedios dentro de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de 5% (prueba de rango múltiple de Duncan).

Cuadro 4. Algunas de las mejores selecciones individuales de semilla por resistencia a Z. subfasciatus.

CRUZAMIENTOS	GENERACION	CICLO DE VIDA (DIAS)
Retrocruzamientos		
BAT 477 X (BAT 477X G 13016)	F ₁	52.5
Catu X (Catu X G 13029)	F ₁	76.0
859446-67 X (859446-67 X XAN 105)	F ₁	55.0
EMP 175 X (EMP 175 X G 12866)	F ₁	49.0
Cruzamientos triples		
XAN 105 X (EMP 175 X G 12866)	F ₁	44.0
A 114 X (EMP 175 X G 12866)	F ₁	43.0
Cruzamientos simples		
G 12952 X A 484)	F ₂	44.8
Testigos		
G 12952 (Resistente)	-	48.0
Calima (Susceptible)	-	32.2

Cuadro 5. Algunas de las mejores selecciones individuales de plantas F4 por resistencia a A. obtectus.

CRUZAMIENTO	PORCENTAJE EMERGENCIA	CICLO DE VIDA (DIAS)
GG 41B-1-1 (G 12952 X G 4435)	38.9	54.4
GG 41B-7-1	16.7	64.0
GG 48B-4-5 (G 12952 X A 484)	26.6	42.2
GG 48B-5-4	33.3	44.7
GG 52A-2-11 (G 12891 X A 83)	42.0	46.5
Calima (testigo susceptible)	63.3	37.1
G 12952 (testigo resistente)	4.7	54.7

Cuadro 6. Adaptación, porcentaje de vainas dañadas y porcentaje de semillas dañadas en 13 líneas de frijol arbustivo seleccionadas por resistencia a A. godmani en Danlí, Honduras, 1987 A. Promedios de tres repeticiones.

Línea	Progenitores	Adaptación (1-9 scale)	% vainas dañadas	% semillas dañadas
APN 96	RAB 56XG 3578	7	23.3	5.9
97	"	5	14.4	4.2
98	"	6	12.2	3.6
99	"	5	10.0	2.7
100	RAB 56XG 8142	4	28.9	7.7
101	"	6	22.2	6.1
102	"	6	12.2	2.2
103	"	6	17.9	4.3
104	"	7	13.3	4.6
105	"	4	20.0	8.3
106	"	6	15.5	4.9
107	RAO 30XG 13614	5	15.6	4.6
108	"	5	9.5	2.3
APN 84 ¹⁾	--	2	12.2	3.9
88 ¹⁾	--	5	13.3	3.3
93 ¹⁾	--	3	5.5	1.4
79 ¹⁾	--	5	4.4	1.1
Zamorano ²⁾	--	6	50.0	19.5
Rangos (68 materiales)		2-8	0-56.7	0-22.8

1) Testigos mejorados

2) Testigo susceptible

Cuadro 7. Adaptación, porcentaje de vainas dañadas y porcentaje de semillas dañadas en 10 líneas seleccionadas del Vivero Internacional de Frijol Voluble Apion 1986. Danli, Honduras. Promedios de tres repeticiones.

Material	Adaptación (1-9 scale)	% vainas dañadas	% semillas dañadas
RCAG 12485-10-CM-CM	5	13.3	2.5
12508-21-CM-CM	3	40.0	11.8
12513- 3-CM-CM	2	33.3	9.7
- 6-CM-CM	5	21.3	10.0
-20-CM-CM	4	6.7	1.6
-25-CM-CM	5	26.5	8.5
-26-CM-CM	2	20.1	4.9
-28-CM-CM	5	12.4	3.1
-31-CM-CM	5	16.7	4.1
-39-CM-CM	3	22.2	6.4
Zamorano ¹⁾	3	81.1	45.4
Rojo de Seda ¹⁾	3	91.1	50.7
Desarrural ¹⁾	5	85.6	55.8
Rangos (30 materialEs)	2-9	6.7-91.1	1.6-55.8

¹⁾ Testigos comerciales susceptibles

PROGENITORES: RCAG 12485 : RAB56 X G 13602

RCAG 12508 : BAT38 X G 13602

RCAG 12513 : BAT56 X G 13614

Cuadro 8. Adaptación, porcentaje de vainas dañadas y porcentaje de semillas dañadas en 11 materiales seleccionados del Vivero Internacional de Frijol Voluble Apion 1987. Danli, Honduras. Promedios de tres repeticiones.

Material	Adaptación (1-9 scale)	% vainas dañadas	% semillas dañadas
RCAH 14123-1-CM-CM	5	5.8	1.4
-4-CM-CM	3	5.5	1.1
-7-CM-CM	4	3.3	0.9
-11-CM-CM	5	3.3	1.5
RCAH 14124-6-CM-CM	7	3.3	1.8
RCAS 14126-1-CM-CM	4	1.1	0.2
-2-CM-CM	3	2.2	0.5
-3-CM-CM	4	2.2	0.5
-7-CM-CM	2	3.3	0.8
-8-CM-CM	5	1.1	0.2
RCAS 14134-14-CM-CM	6	2.3	0.5
Zamorano ¹⁾	5	64.4	23.0
Rangos (25 materiales)	2-9	1.1-64.4	0.2-23.0

1) Testigo susceptible

PROGENITORES: RCAH 14123: RAB 34XG 13614

RCAH 14124: RAB 49XG 13614

RCAS 14126: RAB 11XG 13614

Cuadro 9. Mejores poblaciones F_3 del X ciclo de selección recurrente por resistencia al saltahojas. Promedios de tres repeticiones.

Población	Color	Rend. (kg/ha)		Porcentaje de reducción Rend.
		No protegido	Protegido	
ER 13815-CM(V)	1	896	984	8.9
13816-CM(V)	1	866	964	10.2
13817-CM(V)	1	870	1027	15.3
13861-CM(V)	1	967	1024	5.6
13870-CM(V)	1	1085	1296	16.3
13844-CM(V)	6	931	1134	17.9
13848-CM(V)	6	756	894	15.4
EMP 175 ¹⁾	1	702	1058	33.6
BAT 41 ¹⁾	6	675	1325	49.0
LSD 5%		287	393	-
C.V.		20.6	20.1	-

1) Testigos

Cuadro 10. Mejores líneas arbustivas determinadas de un ciclo de selección recurrente por resistencia al saltahoja. Promedios de tres repeticiones.

Línea	Color	Peso de 100 sem. (g)	Rend. sin protección (kg/ha)		% reducción rendimiento
			1986B	1987*A	
EMP 177	6M	29	1114	385	29.8
EMP 178	6M	34	1102	596	35.5
EMP 179	7M	25	903	600	39.9
EMP 182	6M	33	807	495	39.9
EMP 184	7M	34	776	399	53.9
EMP 185	7M	30	749	488	50.4
EMP 186	6M	26	718	383	52.9
Testigos:					
ICA P 11	6M	35	459	89	67.1
BAT 1366	6M	32	404	203	66.8
Línea 24	6M	39	365	114	75.7
A 36	6M	30	-	200	63.2
LSD 5%			254	177	-
C.V.			22.6	25.6	-

6. Adaptación

a. SEQUIA

Más del 60% de las regiones productoras de frijol son afectadas por la sequía, y el estrés de agua es probablemente el factor individual más grande que causa rendimientos bajos en el frijol. Aunque se reconoce que siempre existirán límites fisiológicos graves para la producción de frijol bajo estrés de sequía, existen varias maneras posibles para mejorar la adaptación del frijol a las condiciones de sequía. Las investigaciones en CIAT se han centrado en tres clases de mecanismos que dan rendimientos mayores bajo sequía. Estos son:

1. Escape de la sequía a través de precocidad inherente o una respuesta de madurez acelerada.
2. Evitar las sequías con base en una mayor extracción de la humedad de suelo, o conservación de la humedad.
3. Tolerancia verdadera de la sequía, definida como la capacidad para resistir mayores déficits de agua en los tejidos.

Reconociendo que estos mecanismos no son mutuamente exclusivos, y que su importancia relativa variará con las condiciones locales, también intentos se están haciendo para analizar sus efectos integrados en relación al suelo y condiciones de clima.

Escape de la sequía

Los estudios anteriores en CIAT revelaron que los rendimientos durante la sequía y los días a madurez de diferentes genotipos frecuentemente se correlacionaron negativamente, confirmando que el escape de sequía es una adaptación importante en el frijol. Esto es consistente con el hecho de que el frijol es un cultivo corto anual de estación adaptado a crecer en humedad de residuo del suelo. Desgraciadamente, precisamente qué nivel de precocidad se debe buscar para un ambiente dado dependerá del régimen de estrés y del equilibrio que los agricultores pueden buscar entre reducción del riesgo y la precocidad y sacrificando potencial de rendimiento.

Una alternativa posible a la búsqueda de un nivel específico de precocidad sería desarrollar cultivares que varían su tasa de maduración dependiendo del régimen de estrés en una estación dada. Evidencia para dichos mecanismos se obtiene por las comparaciones de días a madurez y rendimientos de 72 genotipos cultivados bajo estrés y condiciones de riego en tres semestres que difieren en la distribución de la precipitación (Cuadro 1). En el semestre A, con estrés grave después de 35 días, los días a la madurez y el rendimiento en sequía se correlacionaron negativamente, pero una relación más fuerte con el rendimiento se halló para la diferencia entre días a madurez bajo condiciones de

riego y de estrés, mostrando las parcelas en condiciones de sequía una aceleración promedio de la madurez de 10 días. En contraposición, en el semestre C, donde el estrés fue recibido por lluvias después de 35 días, los cultivares de maduración tardía produjeron mayores rendimientos y los materiales que presentaban un retraso en la madurez bajo sequía dieron rendimientos mayores. En semestre A, los cuatro genotipos de hábito de crecimiento I estuvieron entre los materiales con menos capacidad para ajustar el ciclo de crecimiento bajo estrés, sugiriendo que ésto parcialmente puede explicar su adaptación a las sequías generalmente pobre.

Evitar las sequías

Un estudio inicial sobre la importancia de una mayor extracción de humedad del suelo a través del mayor crecimiento de las raíces había demostrado que mientras este mecanismo era efectivo en los suelos fértiles de Palmira, no era funcional en los suelos ácidos de Quilichao donde el crecimiento de raíces estaba concentrado en las capas superiores del suelo. Para comprobar esta observación para un rango mayor de genotipos, el crecimiento de raíces bajo estrés de sequía se analizó para 10 genotipos de semilla pequeña a mediana de hábitos de crecimiento indeterminados. En Palmira, la densidad de longitud de raíz se correlacionó con el rendimiento (Figura 1), pero en Quilichao no se detectó relación. Sin embargo, el crecimiento de raíces en los dos sitios sí mostró una correlación significativa (Figura 2). Estos resultados confirman la importancia del crecimiento de raíces bajo ciertas condiciones del suelo, y además sugirieron que las diferencias de cultivares en el crecimiento de raíces pueden mostrar rangos similares en ambientes de suelo contrastantes.

Mientras la densidad de longitud de la raíz no se correlacionó con el rendimiento en Quilichao, este resultado no excluyó la posibilidad que otros aspectos de las funciones de la raíz controlen las diferencias en el comportamiento de sequía en los suelos en Quilichao. El uso de injerto recíproco de dos genotipos con respuestas de sequía contrastantes, el efecto relativo de las características de los brotes y de la raíz en la respuesta a la sequía se evaluó. Los resultados señalaron un efecto abrumador del genotipo de la raíz en Quilichao (Cuadro 2). Esto sugiere que otras características del sistema radical además del crecimiento de raíces pueden ser importantes en la determinación del comportamiento bajo sequía.

Dos estudios de injertos anteriormente realizados en Palmira habían apoyado en forma similar la importancia del crecimiento de las raíces, pero como habían sólo incluido dos genotipos, un estudio adicional se realizó usando cuatro genotipos. Los resultados nuevamente apoyaron el efecto del sistemas radical en la tolerancia a la sequía (Cuadro 3).

Las características que favorecen la conservación del agua pueden también resultar en la evitación de las sequías. Las medidas tradicionales de la pérdida de agua son muy engorrosas ya que reflejan generalmente eventos de lapsos de tiempo menores que un día (a menudo sólo minutos), y son difíciles de relacionar con la actividad fotosintética. Recientemente, el trabajo en varios cultivos C_3 ha señalado que la composición del isótopo de carbón del tejido está relacionada estrechamente con la eficiencia de uso del agua (EfUA: definida como la razón de asimilación a transpiración). Por discriminación contra $^{13}CO_2$ vs $^{12}CO_2$ en los procesos de difusión y fijación por la carboxilasa de RuDP, relativamente menos ^{13}C se fija cuando no hay limitación en el intercambio de gas (por ejemplo cuando los estomas están abiertos y la transpiración es irrestricta). Por lo tanto, si los tejidos se forman bajo condición de transpiración alta en relación a la asimilación, la concentración de ^{13}C será relativamente baja. Al expresar la concentración de ^{13}C en partes por mil la depleción relativa a una norma que representa la concentración relativa de los dos isótopos en CO_2 atmosférico los valores cada vez más negativos de las razones ^{13}C a ^{12}C señalan una EfUA inferior.

Medidos en 10 genotipos de frijol cultivados en Palmira y Quilichao, las razones de isótopos de carbón de la hoja señalaron que una mayor producción de biomasa y rendimiento de semilla se asociaron con una EfUA baja (Figura 3) en Palmira, pero que en Quilichao, un nivel intermedio de EfUA resultó en mayor crecimiento y rendimiento (Figura 4). Estos resultados sugieren que como un cultivo de estación corta, frijol logra mayor crecimiento bajo la sequía mediante la explotación de la humedad disponible del suelo en lugar de mediante la conservación y mantenimiento de una EfUA alta. En Palmira, donde un genotipo de enraizamiento profundo puede mantener la transpiración por un período relativamente largo, una EfUA baja es deseable. Para condiciones donde la disponibilidad de humedad del suelo es más limitada, como en Quilichao, un nivel intermedio es deseable ya que la transpiración excesiva en el crecimiento inicial podría agotar el agua de suelo para el crecimiento posterior.

El trabajo futuro para evitar sequías recalcará dos áreas principales. Una desarrollará un sistema rápido para el examen selectivo de las diferencias en el crecimiento de raíces. El segundo comprenderá los efectos de las características físicas y químicas del suelo en el crecimiento de las raíces.

Tolerancia a la sequía

La tolerancia verdadera a la sequía no parece haberse detectado en frijol. Los estudios en CIAT, Durango, México (en colaboración con investigadores a INIFAP), y Goiania, Brasil (con investigadores a CNPAF) han todos señalado que aún bajo un grave estrés el frijol no alcanza potenciales de agua debajo de -1.5 MPa. Las leves diferencias genéticas en los potenciales de agua de los tejidos probablemente se deben a diferencias en el crecimiento de las raíces en lugar de a una capacidad para

resistir el estrés. El fracaso para detectar los principales efectos del genotipo de los brotes sobre el rendimiento en los estudios de sequía también sería un argumento contra las diferencias en tolerancia a la desecación a menos que sean sólo expresadas en los tejidos de la raíz, o sean reguladas por los tejidos de la raíz.

Integración de mecanismos

Muchas evidencias señalan que una adaptación única a la sequía no resultará útil a través de todos los ambientes, y además, que los niveles deseables de precocidad o de crecimiento de las raíces variarán con el ambiente. La consecuencia práctica inmediata es que el mejoramiento por tolerancia a la sequía debe estar dirigido a ambientes específicos de sequía. Una segunda consecuencia es que hay una necesidad de desarrollar técnicas para estimar los efectos integrados de la adaptación tales como la precocidad y las raíces profundas, en relación a diferentes condiciones climáticas y edáficas. Para evaluar dichos efectos, BEANGRO, un modelo de simulación de crecimiento de cultivos, ha sido desarrollado por los investigadores en la Universidad de Florida a través del apoyo de IBSNAT, y se está usando para simular el crecimiento de cultivos de diferentes genotipos bajo estrés de sequía en CIAT. El modelo está actualmente en las etapas finales de ensayo antes de su distribución formal.

Para examinar la importancia relativa de la precocidad para las fechas de siembra que corresponden a períodos de máximo estrés vs períodos con variación de niveles de estrés, BEANGRO se condujo durante las fechas de siembra del 21 de mayo (sequía) y el 26 de setiembre (estrés variable) con parámetros para BAT 477 y un cultivar hipotético idéntico a BAT 477 excepto en que su floración y maduración eran aproximadamente un 10% antes. Como se esperaba, el genotipo de maduración prematura era superior para la fecha de siembra durante la sequía, aunque la ventaja no fue de ninguna manera constante durante los 8 años de datos de prueba (Cuadro 4).

Suponiendo que BEANGRO continúa mostrándose promisorio para dicho trabajo, el énfasis se colocará en usar el modelo para examinar el estrés de sequía en regiones que contrastan firmemente con aquellas disponibles en CIAT. Las regiones prioritarias son México central del Norte y Brasil del nordeste.

Cuadro 1. Aceleración de la madurez en estrés de sequía en 72 genotipos cultivados en tres semestres con distinta distribución de la precipitación.

	Semestre		
	A	B	C
Rendimiento medio (kg/ha)			
Sequía	1650	1080	600
Riego	2660	2550	1340
Aceleración de la madurez ¹ (días)	10.0	0.3	-0.1
Correlación con el Rend. de sequía			
Días a madurez bajo sequía	-0.39**	-0.15	0.30*
Aceleración de madurez	0.49**	0.05	-0.24*
Precipitación (mm)			
0-35 días	61.4	6.6	81.4
36-70 días	21.2	27.4	157.9

¹ Calculado como la diferencia entre días a la madurez en condiciones de riego y de estrés.

*,** Significativo al nivel $p = 0.05$ y $p = 0.01$, respectivamente.

Cuadro 2. Efecto relativo del genotipo de la raíz y del tallo en la respuesta a la sequía en Quilichao, medida con plantas de injerto recíproco derivadas de BAT 477 y BAT 1224.

Genotipo	Rendimiento por genotipo de tallo			
	Injerto		Control	
	BAT 477	BAT 1224	BAT 477	BAT 1224
raíz	BAT 477	BAT 1224	BAT 477	BAT 1224
	kg/ha			
BAT 477	500	610	610	-
BAT 1224	810	1000	-	1170
Significancia de efecto:	Probabilidad:			
Raíz	0.01			
Tallo	NS			
Raíz x tallo	NS			
Injerto	0.05			

Cuadro 3. Efecto relativo del genotipo de la raíz y del tallo en la respuesta a la sequía en Palmira con plantas de injerto recíproco derivadas de cuatro genotipos de frijol.

Genotipo raíz	Rend. por genotipo de tallo			
	G 4495	BAT 1224	BAT 477	G 17722
-----kg/ha-----				
Injertado:				
G 4495	430	570	490	510
BAT 1224	530	570	630	570
BAT 477	530	550	470	380
G 17722	690	810	710	540
No injertado:				
G 4495	380			
BAT 1224		560		
BAT 477			510	
G 17722				670
Significancia de efecto:		Probabilidad:		
Raíz		0.01		
Tallo		NS		
Raíz x tallo		NS		
Injerto		NS		

Cuadro 4. Rendimientos durante ocho años en Palmira para BAT 477 de maduración normal y temprana sembrado en fechas de siembra de estación seca y variable (mayo 21 y sept. 26, respectivamente) según predicción por BEANGRO simulación. La precipitación es para un período de 65 días después de la siembra.

Año	Estación seca			Estación variable		
	Rendimiento			Rendimiento		
	Normal	Temprano	Precip.	Normal	Temprano	Precip.
	-----kg/ha-----		mm	-----kg/ha-----		mm
1979	280	20	144	3240	3170	184
1980	490	820	111	1150	1360	189
1981	690	1000	135	3900	3370	273
1982	10	50	88	3250	2710	252
1983	440	370	83	1390	590	152
1984	2020	2060	162	3580	3040	280
1985	0	50	36	2340	1530	203
1986	680	920	166	3450	3160	309
Media	580	660	116	2790	2370	230

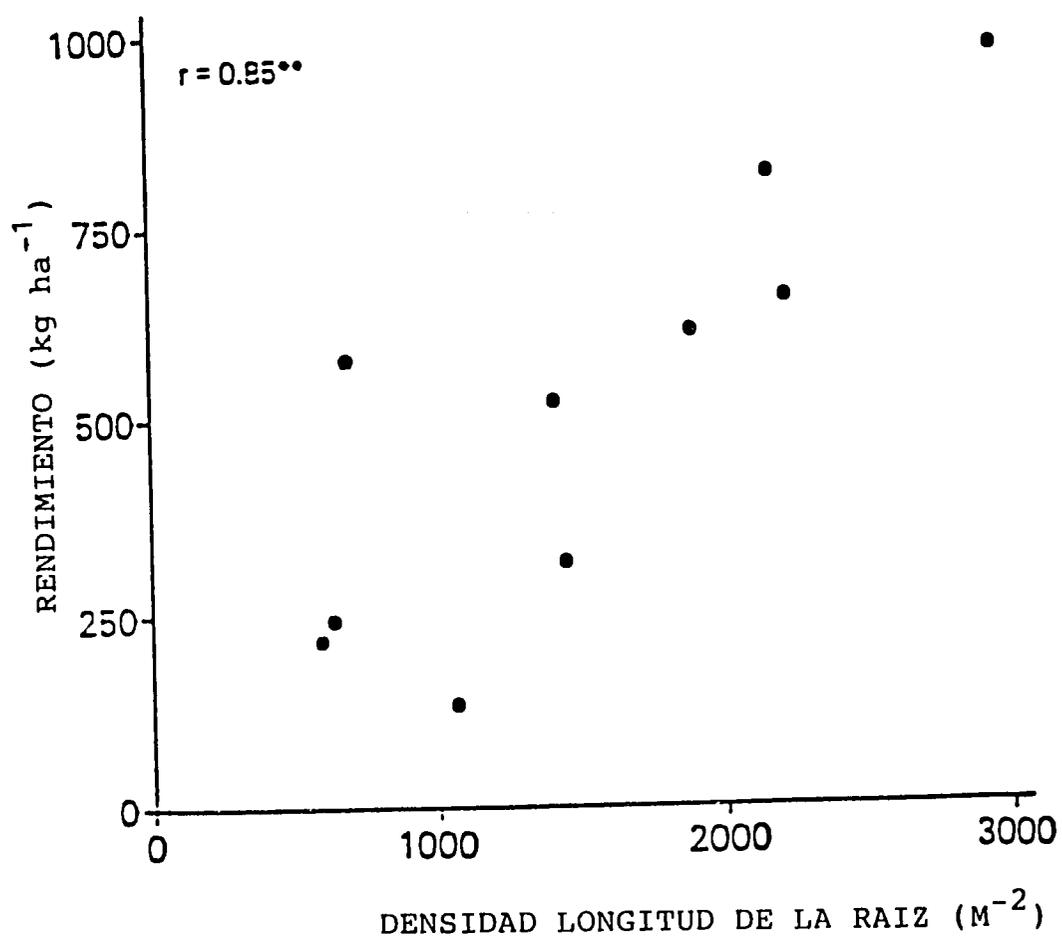


Figura 1. Comparación de la densidad de longitud de raíz y del rendimiento de semilla de 10 genotipos, cultivados bajo estrés de sequía en CIAT, Palmira.

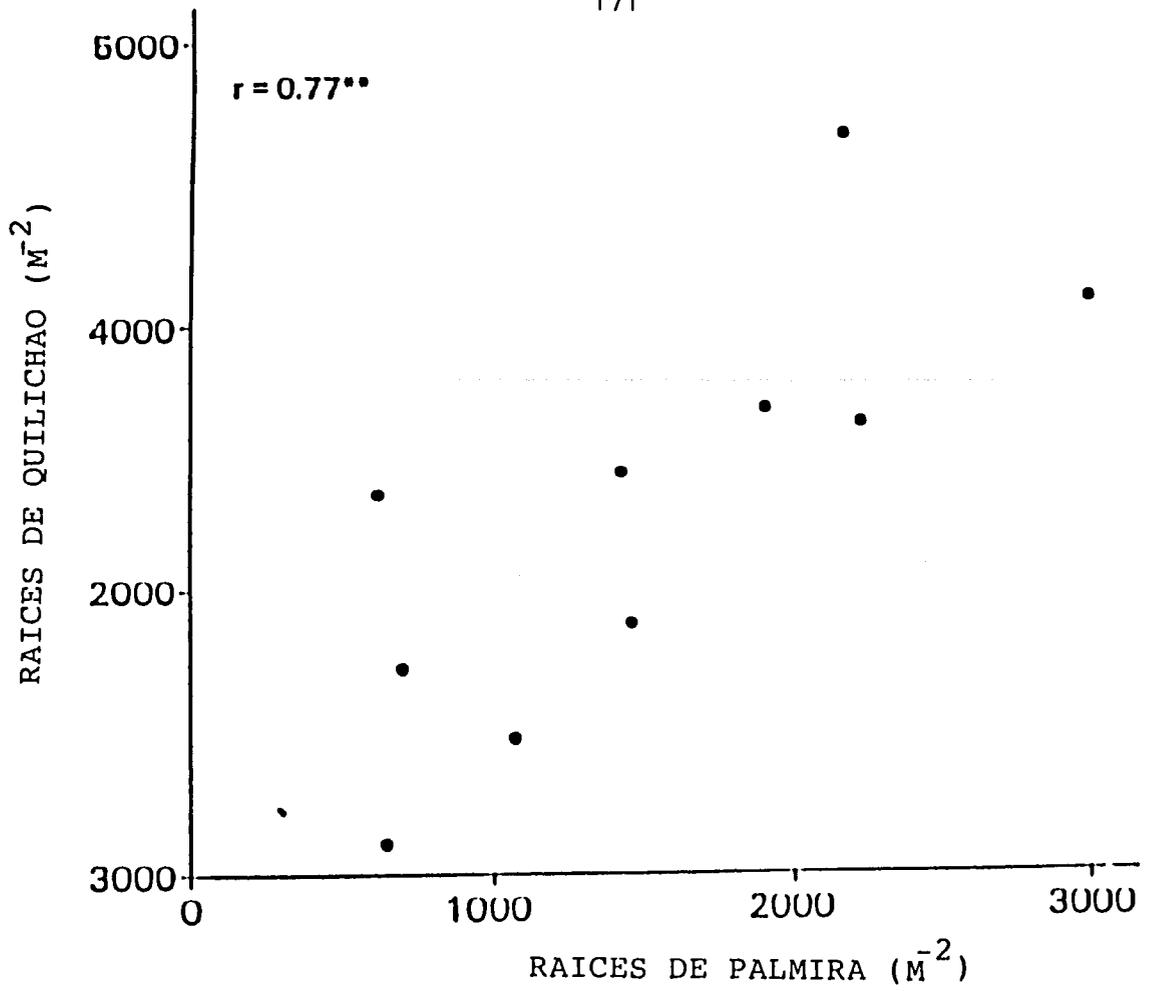
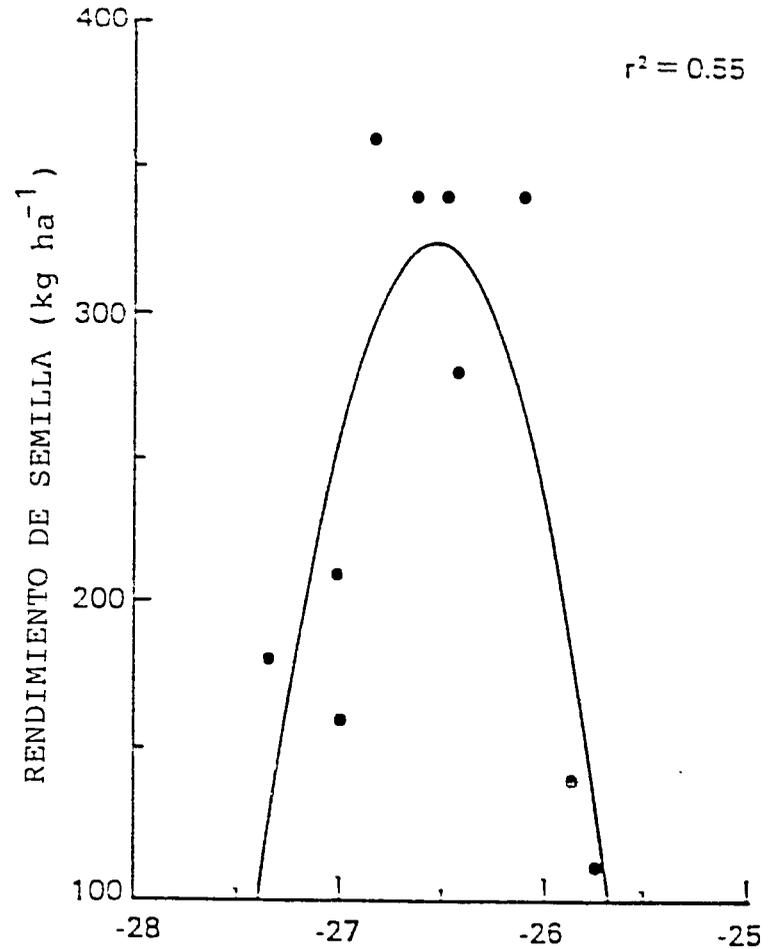
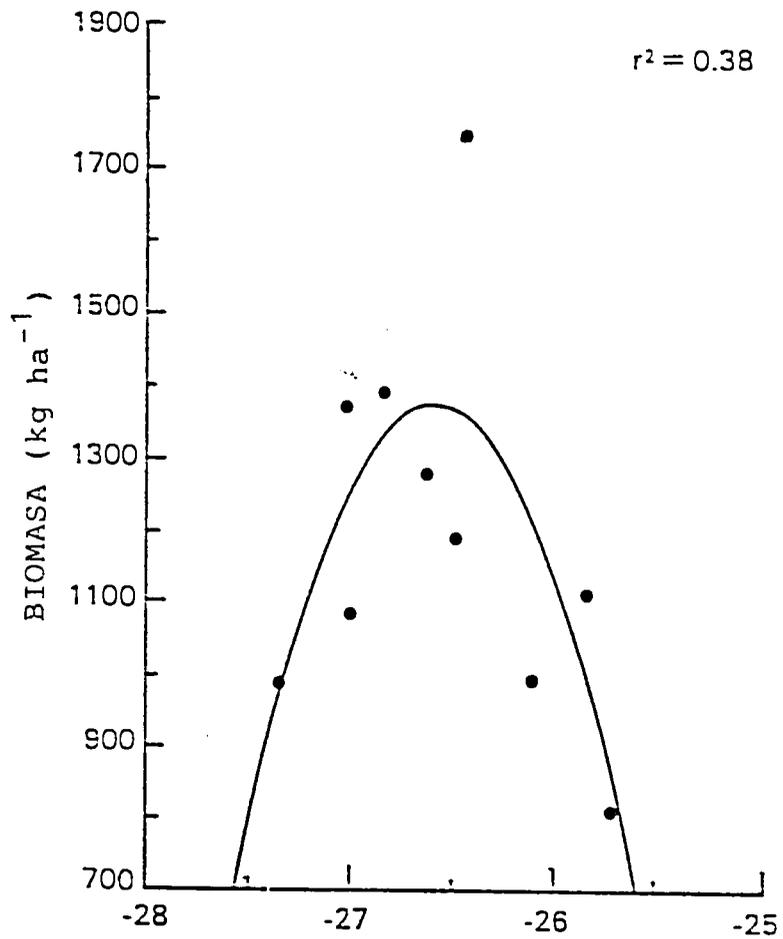


Figura 2. Comparación de la densidad de longitud de raíz de 10 genotipos cultivados bajo estrés de sequía en CIAT Palmira y CIAT Quilichao.



RAZON DE ISOTOPO DE CARBONO DE LA HOJA (‰)

Figura 4. Relaciones entre biomasa sobre el suelo (izquierda) y rendimiento de semilla (derecha) y de la razón de isótopo de carbono de la hoja para líneas sin riego en Quilichao.

b. TEMPERATURA Y FOTOPERIODO

La selección rutinaria de la respuesta al fotoperíodo continuó en el primer semestre de 1987 pero se detuvo en segundo semestre con el objeto de permitir el traslado de las instalaciones en una localidad que permite un aumento de 50% en la capacidad de selección. Esta instalación mejorada debe ser de valor particular para la caracterización de germoplasma de Africa y de Asia occidental.

Una limitación a los estudios de datos de fotoperíodo y temperatura es no haberse podido determinar si "mala adaptación" implica tanto efectos de desarrollo y de crecimiento, o es esencialmente un problema de desarrollo mediado por la respuesta fotoperíodo-temperatura. Por tanto se inició un estudio para separar los efectos de crecimiento y los efectos de desarrollo del régimen de fotoperíodo-temperatura. Sesenta y cuatro genotipos que representaban un rango completo de tipos de semilla, hábitos de crecimiento y orígenes genéticos se cultivaron en Palmira, Popayán, Río Negro (en colaboración con ICA) y Davis, California (en colaboración con U.C. Davis). En cada localidad, se determinó la biomasa (muestra tomada en una sola fecha correspondiente al inicio del llenado de vainas de los cultivares de maduración más temprana) y el rendimiento de semilla.

Para los análisis preliminares, los genotipos se tabularon por respuesta al fotoperíodo (calificada en CIAT en una escala de 1 a 8, pero resumida como neutral, intermedia o sensible) versus categorías de biomasa o rendimiento de semilla (definidas como baja, mediana o alta) (Cuadro 1). Ninguno de los cuadros 3 x 3 para biomasa mostró una interacción significativa entre la respuesta al fotoperíodo y la biomasa, lo que sugiere que la respuesta al fotoperíodo y el crecimiento inicial son procesos independientes. Como se esperaba, en la localidad de altitud elevada, los cultivares sensibles al fotoperíodo produjeron rendimientos bajos, en tanto que en las localidades colombianas, no se observó ningún efecto del fotoperíodo.

Estos resultados demuestran por lo tanto, que los efectos de la temperatura en los procesos de desarrollo o de crecimiento pueden ser manipulados independientemente. Por ejemplo, debería ser posible producir genotipos adaptados a las tierras altas que sean menos sensibles al fotoperíodo pero mantengan su potencial de rendimiento.

Cuadro 1. Comparación de la respuesta al fotoperíodo y las biomasa al inicio del llenado de vainas y rendimiento de semilla de 64 genotipos cultivados en cuatro localidades.

Clase de respuesta al fotoperíodo	Genotipos dentro de categorías					
	Biomasa			Rendimiento		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
	<u>Palmira</u>					
Neutral	6	5	5	2	8	6
Intermedia	11	6	8	4	12	9
Sensible	5	7	10	9	5	7
Chi ² , d.f.			2.6, 4			0.1, 2
	<u>Popayán</u>					
Neutral	7	6	3	6	5	5
Intermedia	7	9	9	9	8	8
Sensible	7	4	10	7	5	8
Chi ² , d.f.			1.1, 2			0.5, 4
	<u>Rio Negro</u>					
Neutral	4	9	3	5	6	5
Intermedia	10	6	9	9	7	9
Sensible	9	5	8	6	7	5
Chi ² , d.f.			6.0, 4			0.7, 4
	<u>Davis</u>					
Neutral	6	7	3	1	6	9
Intermedia	11	7	7	4	14	7
Sensible	10	7	5	13	8	1
Chi ² , d.f.			1.3, 4			9.3**, 1

** Significativo al nivel de $p = 0.01$.

c. MADUREZ

En ambientes tropicales y subtropicales relativamente cálidos, la mayoría de los cultivares de frijol arbustivo maduran en menos de 90 días. Sin embargo, existe una creciente demanda por cultivares de maduración temprana en 1) zonas donde la escasez de alimentos hace que se desee cosechar más temprano; 2) en zonas donde el estrés de humedad es considerable al finalizar la estación de crecimiento de 90 días; o 3) para acomodar una estación de cultivo corta entre dos cultivos importantes (por ejemplo, siembra de un tercer cultivo bajo riego en la estación invernal en Brasil central).

Se han identificado docenas de fuentes diferentes de maduración temprana--de tipo I determinado (frijol de semilla mediana o grande de los grupos genéticos andinos de América del Sur), o tipo II indeterminado (accesiones de semilla pequeña y mediana de origen centroamericano). Todas las fuentes progenitoras son, sin embargo, susceptibles al virus del mosaico común del frijol y a otras enfermedades. La incorporación de resistencia a las enfermedades en los progenitores de maduración temprana y la transferencia de esta característica a cultivares de frijol deseables es un aspecto de cualquier proyecto de mejoramiento para maduración temprana.

La precocidad también implica ciertas limitaciones en la capacidad de rendimiento de un cultivo, de manera que un proyecto de maduración temprana debe también intentar aumentar la eficiencia del cultivo maximizando el rendimiento.

Los objetivos de un proyecto de maduración temprana son: definir modelos de maximización de los rendimientos en los genotipos tempranos; definir parámetros de selección para que los genotipos se ajusten a los modelos; y, probar los modelos y los parámetros de selección en un programa de mejoramiento.

En 1986 informamos sobre los resultados de un análisis de crecimiento que incluía genotipos cuyos días a madurez (DM) variaba entre 56-74 días. Aunque el tamaño de la planta y la DM se correlacionaron altamente con el rendimiento, en condiciones favorables varios de los genotipos tempranos lograron obtener un índice de área foliar óptimo de 3.8-4, aún a una densidad estándar de plantas (160×10^3 plantas/ha). Esto sugiere que el rendimiento en estas condiciones no estaba limitado por el tamaño de la planta sino por el tiempo disponible para utilizar el área foliar. Con base en estos resultados, formulamos el siguiente model por el cual el rendimiento se puede maximizar en los genotipos tempranos: 1) obtención de un IAF óptimo rápidamente mediante, quizás, un mayor tamaño de la semilla el cual podría contribuir a un crecimiento inicial más rápido; 2) floración temprana, para que el período vegetativo se cumpla más rápidamente, evitando el exceso de área foliar; 3) un mayor período de llenado de grano (PLLG; floración a la madurez) para aprovechar al máximo el área foliar producida. La extensión del

PLLG debe producir vainas más llenas, de alto rendimiento; así se espera que los parámetros de rendimiento por vaina (R/V) y PLLG sean positivamente correlacionados, como en efecto se demostró en el estudio de análisis de crecimiento.

Para ensayar este modelo, el material progenitor (incluyendo genotipos tempranos) se seleccionó por un PLLG prolongado con base en los datos sobre floración y maduración.

Con el fin de obtener una idea general acerca de la efectividad de la selección, se hicieron cruzamientos entre éstos; las poblaciones F₂ se seleccionaron en forma masal por vainas bien llenas; y el R/V se calculó para las poblaciones globales de cada población. Se hallaron grandes diferencias en R/V, y los valores mayores se asociaron con los progenitores de tipo III.

En el actual ciclo de mejoramiento F₃, se harán selecciones individuales para análisis como familias F₄ en los siguientes parámetros: PLLG, R/V y rendimiento/día. Este semestre se sembraron unas 700 líneas avanzadas del proyecto de precocidad y éstas se analizan de acuerdo con los mismos criterios.

Junto con este proyecto, se estudia la heredabilidad del R/V.

d. ARQUITECTURA DE LA PLANTA

Las características morfológicas como altura del tallo, fructificación, tamaño de hojas, número de nudos, y longitud del internudo han sido utilizados en programas de mejoramiento para desarrollar tipos contrastantes de plantas.

Un objetivo importante es desarrollar una arquitectura de planta de tipo adecuado para facilitar la agricultura mecanizada. El mayor costo de la mano de obra rural ha aumentado el interés en la mecanización aun en las comunidades agrícolas pequeñas y pobres.

Los tipos de plantas más adecuados para la mecanización son el tipo I determinado y el tipo II erecto indeterminado. Además de buena resistencia al acame, estos tipos proporcionan una maduración sincronizada, son resistentes al desgrane y tienen un mínimo de 10-15 centímetros de distancia entre las puntas de las vainas inferiores y la tierra.

Del primer ciclo de mejoramiento por arquitectura desarrolló líneas de tipo I (A 57, A 124, A 132) y tipo II (A 25, A 54, A 55, A 156, A 170, A 240). Estos tipos erectos, sin embargo, tienen menor rendimiento que los cultivares tradicionales de hábito de crecimiento similar como Brazil 2, ICA Pijao, Rio Tibagi y otros. El segundo ciclo de mejoramiento se concentrará por lo tanto en el desarrollo de potencial de rendimiento en tipos de plantas erectos.

7. Calidad Nutricional

El Laboratorio de Nutrición y Calidad realiza simultáneamente dos tipos de actividades, una de monitoréo de los materiales producidos en los EP y otra de investigación en dos áreas específicas. La primera tratando de explicar las causas de cada uno de los comportamientos encontradas en los parámetros evaluados rutinariamente; como son: tiempo de cocción; absorción de agua; sólidos en el caldo, proteína cruda. La segunda área esta dedicada a taninos de fríjol y sus relaciones con características de aceptabilidad como la dureza del grano tanto varietal como post-almacenamiento y el oscurecimiento post-almacenamiento, así como con aspectos nutricionales tales como las digestibilidades de proteína, almidón y la biodisponibilidad del hierro.

Análisis de los resultados de los materiales evaluados en el laboratorio entre 1982-1986

En general, por grupo agronómico, se han conservado los valores promedio con oscilaciones alrededor de dicho valor. Solo ha sido consistente que los materiales del grupo 25 tienen tiempos medios de cocción un poco mayores que los demás y los granos del grupo 30 presentan niveles de proteína cruda sensiblemente mayores, consistentemente junto con los materiales del grupo 85. En la tabla 1 se presentan los datos comparativos de estos parámetros.

Estudio sobre los métodos para medir la resistencia a la cocción

En un proyecto colaborativo con INCAP se realizó un estudio de 14 métodos directos e indirectos para medir la resistencia a la cocción. Entre los métodos estaban 4 modelos del cocinador de Mattson, el índice de cocción, métodos sensoriales, pruebas con panelistas entrenados y medidas de textura realizadas en un OTMS analizados con un programa ESRI. Se concluyó que para monitoréo el mejor método es el de Mattson con un cocinador con agujas de 90 gramos de peso, punta de 1 mm de diámetro, redondeada; porque presenta cortos tiempos de evaluación, alta sensibilidad y especificidad y además los resultados de este cocinador reportaron el mas alto número de coeficientes de correlación altamente significativos con todos los demás métodos, especialmente los sensoriales, de panelistas y de textura, lo cual permite hacer inferencias sobre estos parámetros.

Estudio sobre tiempos de cocción

Como una continuación al estudio sobre los factores que controlan la absorción de agua, reportado el año pasado, se realizó con los mismos materiales un estudio sobre los factores que controlan el tiempo de cocción. Los resultados anteriores indican que el proceso de absorción es controlado esencialmente por factores físicos de la semilla. Los nuevos datos indican que el tiempo de cocción es controlado esencialmente por factores químicos que son fundamentalmente los almidones. Se infiere que estas diferencias están asociadas con la estructura del gránulo. Se están implementando algunas metodologías sencillas para validarlo.

Estudio sobre la relación entre el contenido de taninos y el color del grano

Empleando la metodología tradicional de la vainillina se evaluaron un total de 155 materiales, en 8 grupos de color de la testa, para validar la hipótesis, de uso común, que el nivel de taninos esta asociado al color de la testa. Los datos mostraron que si bien los valores medios parecen presentar una tendencia, al observar las distribuciones y los rangos se evidencia que no es posible hacer ninguna consideración con respecto a esa asociación pues los rangos son extremadamente amplios y con la sola excepción de los materiales blancos, es posible encontrar granos, con todos los otros colores, materiales que presenten el mismo nivel de taninos como equivalentes de catequina. Estos datos se ilustran en la tabla 2.

Estudio sobre los métodos para evaluar el nivel de taninos.

De una comparación de los métodos de vainillina y vainillina modificado y del método de procianidinas del Dr. Lehel Talek, se concluyó que era necesario desarrollar un método que tuviera la especificidad del método de Telek, la sensibilidad y sencillez del método de vainillina. Con estas ideas en mente se desarrolló un método que incrementa la especificidad del de vainillina por el uso del PVP (poli-vinil-poli-pirrolidona), la sensibilidad se preserva usando la lectura inicial como equivalentes de catequina, pero se traducen por curvas de calibración previamente desarrolladas, a taninos verdaderos de cada color de grano. Una representación gráfica de este método se presenta a continuación en la Figura 1.

Estudio sobre algunas características de los taninos asociados al color del grano

Si bien el color de grano no reportó estar asociado al nivel de taninos, resultó muy interesante hallar y documentar que el tamaño molecular, asociado a diferencias en la absorptividad en soluciones, si esta asociado a los colores de grano. Se encontró que los materiales rojos reportan tener las moléculas de mayor tamaño, aún en materiales recién cosechados, mientras que en blancos presentan las de menor tamaño. Esto se ilustra en la Figura 2. Estos hechos se han asociado con otros hallazgos que los rojos son los que en general presentan mayor dureza post-almacenamiento y esto parece estar asociado con el tamaño molecular de los polifenoles, también que los granos amarillos y cremas se oscurecen rápidamente, aspecto asociado al mismo fenómeno.

Estudio sobre el grado de polimerización y la dureza del grano

Se inició un estudio, aún en desarrollo, para documentar y entender la asociación entre el endurecimiento y el cambio de grado de polimerización de los polifenoles. En la figura 3 se evidencia como la reducción en la cantidad de taninos solubles concomitante con la reducción en la absorción del agua de un material típico, tomado como ejemplo. Este estudio continúa y se analizará también el cambio de color asociado al proceso.

Cuadro 1. Análisis de grupo de frijol realizada en el laboratorio de Nutrición 1982 - 1986.

GRUPO 10 - ARBUSTIVO NEGRO PEQUEÑO					
OBS	Nombre	82	84	85	86
1	NTC	31.0	9.0	32.0	35.0
2	ntc	21.8	23.8	26.0	22.7
3	SDTC	3.1	3.3	1.2	2.0
4	NABS	31.0	9.0	32.0	35.0
5	MABS	102.8	96.2	99.0	103.7
6	SDABS	9.4	4.8	2.0	2.3
7	NPC	31.0	9.0	32.0	35.0
8	MPC	23.0	22.8	21.6	24.0
9	SDPC	1.1	1.6	1.1	1.1
GRUPO 20 - ARBUSTIVO ROJO PEQUEÑO					
OBS	Nombre	82	84	85	86
10	NTC	34.0	45.0	45.0	33.0
11	MTC	17.4	25.1	25.8	21.8
12	SDTC	2.7	4.2	5.9	3.8
13	NABS	34.0		46.0	33.0
14	MABS	95.4		92.7	98.5
15	SDABS	12.0		18.5	7.3
16	NPC	34.0	60.0	46.0	33.0
17	MPC	23.2	23.6	27.8	25.7
18	SDPC	1.5	1.7	1.9	1.4
GRUPO 25 - ARBUSTIVO ROJO GRANDE					
OBS	Nombre	82	84	85	86
19	NTC	53.0	135.0	73.0	136.0
20	MTC	21.8	27.2	27.1	25.7
21	SDTC	4.2	6.1	5.3	4.4
22	NABS	53.0	146.0	76.0	136.0
23	MABS	96.5	92.6	102.3	108.5
24	SDABS	16.1	22.2	16.3	8.5
25	NPC	53.0	146.0	76.0	136.0
26	MPC	21.3	23.4	27.1	23.6
27	SDPC	1.7	2.3	1.9	1.4
GRUPO 30 - ARBUSTIVO BLANCO PEQUEÑO					
OBS	Nombre	82	84	85	86
28	NTC	11.0	32.0	37.0	44.0
29	MTC	19.6	23.9	29.4	22.5
30	SDTC	2.6	4.1	4.5	2.4
31	NABS	11.0	32.0	37.0	44.0
32	MABS	90.2	94.0	94.0	99.2
33	SDABS	8.5	5.7	3.4	5.4
34	NPC	11.0	32.0	37.0	44.0
35	MPC	24.2	25.8	28.7	25.1
36	SDPC	1.0	2.0	2.0	1.4

GRUPO 35 - BLANCO GRANDE/MEDIANO ARBUSTIVO

OBS	NAME	82	84	85	86
37	NTC	13.0	10.0	7.0	
38	MTC	23.8	22.4	35.3	
39	SDTC	4.9	6.1	14.6	
40	NABS	13.0	10.0	7.0	
41	MABS	101.1	97.2	105.7	
42	SDABS	7.7	13.0	7.8	
43	NPC	13.0	12.0	7.0	
44	MPC	23.3	24.1	27.0	
45	SDPC	1.9	2.1	2.5	

GRUPO 40 - ARBUSTIVO COSTAS S Y N-PACIFICO

OBS	NAME	82	84	85	86
46	NTC	23.0	20.0	28.0	21.0
47	MTC	19.7	24.8	28.8	22.7
48	SDTC	4.6	7.9	3.7	3.6
49	NABS	23.0	20.0	28.0	21.0
50	MABS	101.1	99.4	101.3	106.0
51	SDABS	8.4	4.2	4.8	5.3
52	NPC	23.0	25.0	28.0	21.0
53	MPC	23.7	25.8	23.3	24.2
54	SDPC	2.1	1.8	2.0	1.4

GRUPO 45 - ARBUSTIVO ALTIPLANO MEXICANO

OBS	Nombre	82	84	85	86
55	NTC	18.0	13.0	4.0	
56	MTC	21.2	25.2	29.3	
57	SDTC	5.2	5.0	2.5	
58	NABS	18.0	13.0	4.0	
59	MABS	101.8	96.3	96.5	
60	SDABS	9.9	8.6	3.8	
61	NPC	18.0	13.0	4.0	
62	MPC	23.9	25.6	23.6	
63	SDPC	2.2	2.5	1.6	

GRUPO 50 - ARBUSTIVO BRAZIL

OBS	Nombre	82	84	85	86
64	NTC	56.0	16.0	24.0	14.0
65	MTC	20.7	27.5	26.1	24.4
66	SDTC	2.9	6.8	3.9	3.0
67	NABS	56.0	16.0	24.0	14.0
68	MABS	98.8	86.5	98.9	102.1
69	SDABS	8.0	7.2	6.6	11.9
70	NPC	56.0	16.0	24.0	14.0
71	MPC	22.5	25.5	23.5	26.0
72	SDPC	1.7	2.5	1.4	1.8

GRUPO 60 - VOLUBLE NEGRO (CALIDO)

OBS	Nombre	82	84	85	86
73	NIC	2.0	5.0		
74	MIC	27.0	23.4		
75	SDIC	4.2	2.9		
76	NABS	2.0	5.0		
77	MABS	101.3	90.7		
78	SDABS	5.7	5.0		
79	NPC	2.0	5.0		
80	MPC	24.6	23.9		
81	SDPC	1.4	1.9		

GRUPO 65 - VOLUBLE NEGRO (TEMPLADO/FRIO)

OBS	Nombre	82	84	85	86
82	NIC	7.0			3.0
83	MIC	18.6			30.3
84	SDIC	2.9			1.2
85	NABS	7.0			3.0
86	MABS	101.1			96.6
87	SDABS	3.0			4.3
88	NPC	7.0			3.0
89	MPC	26.4			24.0
90	SDPC	1.6			0.2

GRUPO 70- VOLUBLE ROJO (CALIDO)

OBS	Nombre	82	84	85	86
91	NIC	16.0	24.0	27.0	62.0
92	MIC	27.9	26.5	28.7	23.7
93	SDIC	4.2	4.6	5.0	4.1
94	NABS	16.0	24.0	27.0	62.0
95	MABS	100.6	83.6	96.2	102.2
96	SDABS	6.1	7.9	10.1	6.4
97	NPC	16.0	24.0	27.0	62.0
98	MPC	23.7	21.7	24.4	26.1
99	SDPC	2.1	1.5	1.8	1.4

GRUPO 75- VOLUBLE ROJO (TEMPLADO/FRIO)

OBS	Nombre	82	84	85	86
100	NIC	22.0			
101	MIC	20.9			
102	SDIC	2.4			
103	NABS	22.0			
104	MABS	101.7			
105	SDABS	9.6			
106	NPC	22.0			
107	MPC	26.9			
108	SDPC	2.8			

GRUPO 80- VOLUBLE OTROS COLORES (CALIDO)

OBS	Nombre	82	84	85	86
109	NTC	8.0	32.0		
110	MTC	27.0	26.3		
111	SDTC	3.5	7.9		
112	NABS	8.0	32.0		
113	MABS	97.7	87.1		
114	SDABS	5.8	25.2		
115	NPC	8.0	33.0		
116	MPC	23.5	22.6		
117	SDPC	2.0	1.6		

GRUPO 85- VOLUBLE OTROS COLORES (FRIO)

OBS	Nombre	82	84	85	86
118	NTC	7.0	15.0	20.0	48.0
119	MTC	19.6	23.7	31.5	25.3
120	SDTC	2.8	7.9	5.5	4.4
121	NABS	7.0	15.0	21.0	50.0
122	MABS	101.5	92.7	88.8	92.0
123	SDABS	8.0	5.1	20.2	22.5
124	NPC	7.0	15.0	21.0	50.0
125	MPC	26.6	25.2	24.1	25.6
126	SDPC	2.4	2.7	1.2	2.1

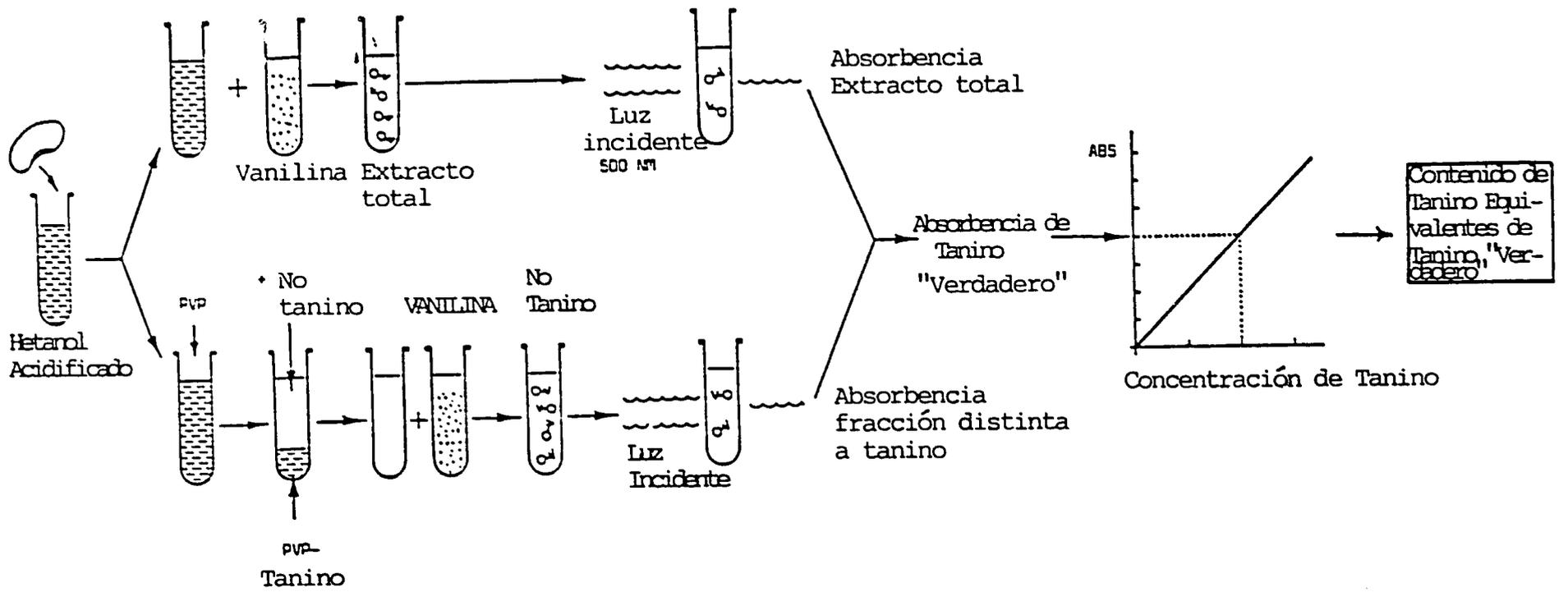
Tabla 2. Estadísticas descriptivas del contenido de Tanino en frijol común (Phaseolus vulgaris) por color de la testa.

Color de la Testa	Tamaño de muestra	Promedio de ^a	Desviación		Rango
		equivalentes de catequina ^b	Estándar	Mínimo	Máximo
Blanco	28	0.34 ^g	0.15	0.17	0.77
Crema-Beige	26	8.45 ^d	3.83	0.34	17.94
Amarillo	5	6.51 ^f	4.39	2.87	12.10
Pardo marrón	5	8.03 ^e	1.82	6.31	10.00
Rosado	16	8.25 ^{d,e}	1.89	4.74	11.57
Rojo	26	14.00 ^a	6.70	5.87	30.20
Púrpura	5	11.17 ^b	4.84	4.13	16.17
Negro	44	10.01 ^c	2.84	2.33	16.10

a. Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de probabilidades del 5% por la Prueba de Rangos Múltiples de Duncán.

b. Equivalentes de catequina en mg/g de harina de grano.

FIGURA 1. METODO CIAT PARA DETERMINACION DE TANINO



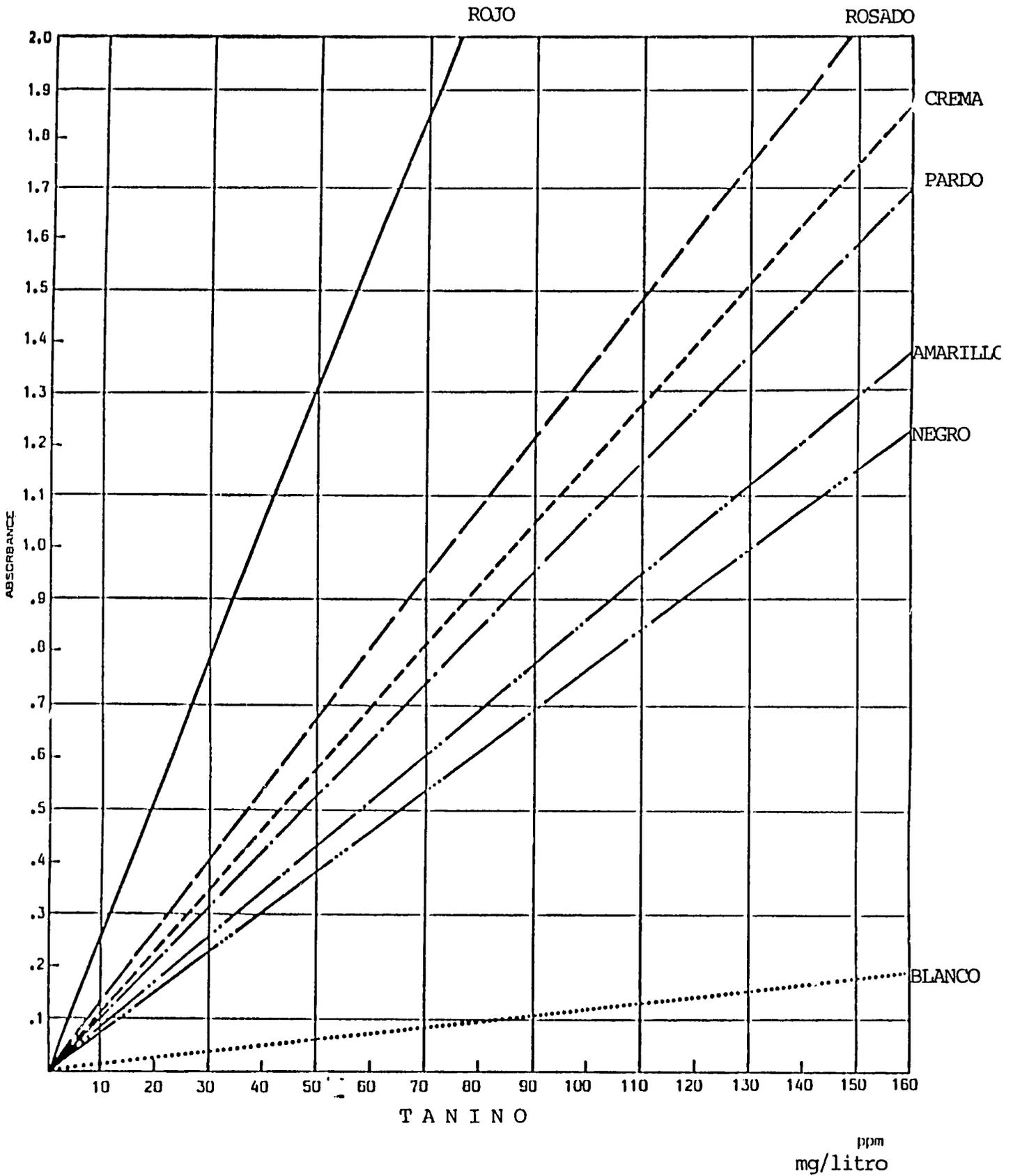
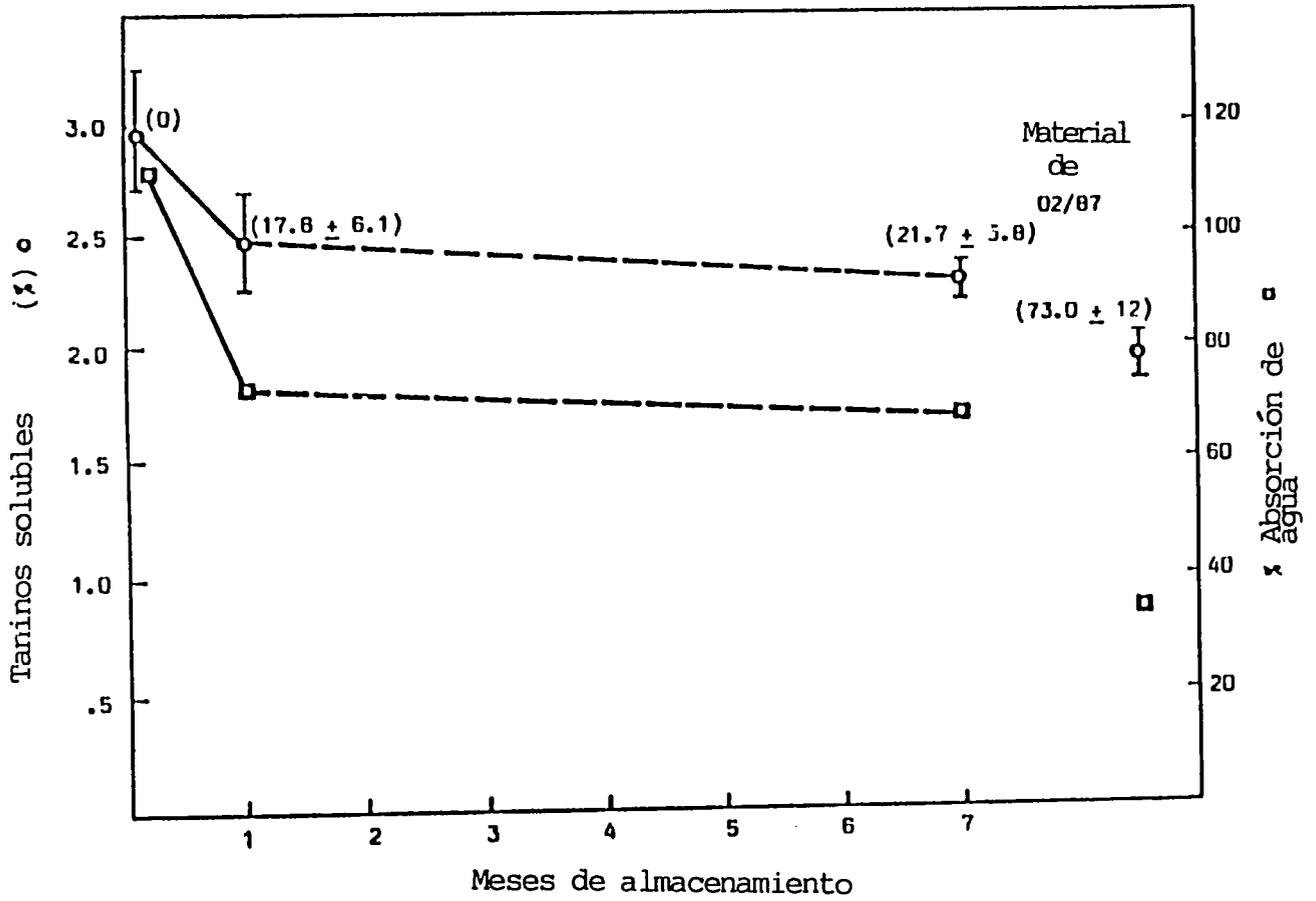


Figura 2. Absorbencia del extracto de tanino por colores de grano.

Figura 3. Relación entre taninos solubles y absorción de agua en PAI-29 durante el desarrollo del endurecimiento.



8. Despliegue de Caracteres

a. FRIJOL NEGRO

El año pasado, se ejecutaron cruzamientos de frijol negro y/o se despacharon poblaciones a los países siguientes para satisfacer necesidades de tolerancia específica u otros rasgos necesarios por país: Guatemala (Apion, BGMV, precocidad, fósforo bajo); Brasil (antracnosis, añublo común, fósforo bajo); México (potencial de rendimiento, sequía, BGMV); Costa rica (antracnosis); Cuba (sequía).

Otros cruzamientos para mejoramiento de frijol negro recalcaron: (1) la utilización de fuentes alternativas de resistencia al añublo común, y en combinación con características de arquitectura, resistencia a la antracnosis y/o la roya; (2) incorporación de fuentes de tolerancia al bajo nivel de fósforo y a la sequía en el programa de mejoramiento general; y, (3) precocidad.

El progreso más significativo en el programa de mejoramiento de frijol negro este año, fue el desarrollo de más fuentes alternativas de resistencia al añublo bacteriano común (ver Añublo Bacteriano Común en el Capítulo 5, Mejoramiento de Carácter).

Aparte de las actividades de mejoramiento per se, un estudio de la interacción ambiente x genotipo se ha iniciado con un conjunto de genotipos ya examinados en la red nacional de ensayos de rendimientos de Brasil. Estos se sembrarán en varios sitios en Colombia para medir las correlaciones de éstos con sitios brasileños.

b. FRIJOL PEQUEÑO ROJO Y ROSADO/CLARO PURPURA

Aunque el frijol rojo pequeño y el de color rosado/púrpura se cultivan en zonas geográficamente distantes (Centroamérica y Brasil central, respectivamente) son muy similares en cuanto a hábito de planta, tamaño de granos, susceptibilidad a las enfermedades y control genético del color de granos. Por lo tanto, el mejoramiento de estas clases de color a menudo se puede combinar en un programa común. Por ejemplo, cuando la resistencia al BCMV finalmente se obtuvo en rojos pequeños, fue fácil transferir esta característica al frijol rosado/púrpura. Se espera que el progreso en rojos pequeños en con respecto a resistencia al añublo común, resistencia al BGMV, arquitectura de la planta etc., se transferirá asimismo fácilmente a rosados y púrpuras.

En los rojos pequeños el progreso más significativo en 1987 fue la purificación de la resistencia dominante al BCMV en varias razas nativas centroamericanas, y la utilización posterior de éstas en cruzamientos entregados a mejoradores de programa nacionales en varios países. En un taller de mejoradores

centroamericano celebrado en enero de este año, se acordó asignar la más alta prioridad a la resistencia al Apion. Las mejores nuevas selecciones de Apion con color de semilla roja comercial se cruzaron con las variedades nativas resistentes al BCMV y las poblaciones F2 fueron despachadas a Nicaragua, Honduras, y el Salvador en agosto. Desgraciadamente, una sequía grave no permitió adelantar este proyecto en las siembras de agosto-setiembre.

Algunos cultivares comerciales rosados y púrpuras también se obtuvieron en el programa retrocruzamiento de BCMV y ahora se preparan para entrar a los cruzamientos para fines más amplios. Aparte de la purificación de la resistencia al BCMV, el progreso más significativo en esta clase fue la segregación de tipos comerciales en cruzamientos entre progenitores resistentes al BGMV. Mientras los tipos verdaderamente comerciales fueron poco en número y en consecuencia no ofrecen mucha esperanza de una solución inmediata, hay una significativa indicación de que las fuentes de resistencia están ahora genéticamente cercanas a los tipos comerciales con respecto al color. El BGMV es indudablemente el problema más serio en las zonas de Brasil donde se prefieren estos colores.

c. FRIJOL BLANCO

Los primeros ciclos de mejoramiento para frijol blanco estaban dirigidas hacia el frijol grande cilíndrico (Alubia, Horos, Cannaline, Fabada) y frijol grande de forma de riñón (Baladi). Recientemente, se ha iniciado mejoramiento para frijol pequeño Navy (Panamito, Arroz, frijol arveja), Great Northern (Dermason), y tipos redondos medios y grandes (marrow, Bolita, Caballeros). El primer ciclo de mejoramiento tiene todavía que completarse en este proyecto nuevo de mejoramiento, pero más de 300 diferentes combinaciones de cruzamiento ya han hecho. Del primer grupo de cruzamientos, 73 líneas cilíndricas medias y grandes y 200 blancas arriñonadas y otras se han desarrollado, todas con resistencia al BCMV. De éstas, ABA 2, WAF 9, y WAF 18 se consideran promisorias en algunos países. Los factores limitantes serios para el mejoramiento del frijol blanco incluyen enfermedades no encontradas en Colombia y adaptación a altitudes mayores.

d. FRIJOL AMARILLO Y BEIGE

Muy poco trabajo activo se realiza en CIAT en la selección de clases amarillas y beige, por dos razones. Primero, se cree que las correlaciones con áreas de interés importantes (las costas Pacíficas de México y Perú) son pobres. Segundo, los programas locales de selección en cada zona son capaces, y activos en mejoramiento genético.

El Programa de Mejoramiento de Frijol responde a solicitudes de estos programas por cruzamientos y poblaciones. El programa de CIAT también sirve al programa mexicano al recoger germoplasma

o líneas del Programa de Frijol, que tengan interés para la evaluación como progenitores potenciales (por ejemplo, tipos de grano grande de hábito de crecimiento tipo II; germoplasma para evaluación de BGMV).

En CIAT-Palmira, estamos asistiendo con la incorporación de resistencia al BCMV en materiales locales importantes. Ahora existen buenos granos amarillos de tamaño medio combinados con el gen I dominante. Los cultivares también se incorporarán en el proyecto de gen recesivo de BCMV. También, un efecto marcado de la fecha de siembra en los genotipos de esta clase se ha notado en el pasado, de manera que un experimento sobre época de siembra está actualmente en desarrollo en un intento por cuantificar este efecto.

e. FRIJOL DE SEMILLA PEQUEÑA DE COLOR CREMA Y CREMA RAYADO

Del primer ciclo de mejoramiento un cultivar de tipo de semilla crema (A 295 como EMGOPA Ourc) y otro de crema rayado (A 247 como Rio Doce) fueron liberados en Brasil. Unas pocas líneas también se están multiplicando para distribución eventual en Zambia y otros países africanos. Para el segundo ciclo de mejoramiento aproximadamente mil cruzamientos se hicieron, de los cuales más de 300 fueron planificados conjuntamente por mejoradores de programas nacionales. De todos estos cruzamientos casi 10,000 líneas F6 se derivaron en 1987. Estas se evaluaron en campos en Popayan, Quilichao, y Palmira por sus reacciones a antracnosis, mancha angular, añublo bacteriano común, madurez y rendimiento de semilla. Además, las líneas derivadas de cruzamientos que incluían uno o más progenitores susceptibles al BCMV se examinaron por el virus en casas de malla en CIAT-Palmira por parte del grupo de virología. A finales de 1988 esperamos finalizar este segundo ciclo de mejoramiento, desarrollando líneas que lleven resistencia a todas las cuatro enfermedades indicadas aquí. También, por la primera vez debemos tener un rango deseable en madurez en líneas finalizadas.

f. FRIJOL BAYO DE SEMILLA MEDIANA

Salvo Pinto, todos los otros tipos de frijol comercial (por ejemplo Flor de Mayo, Ojo de Cabra, Bayo, Garbancillo, Rosita, etc.) en este grupo se cultivan exclusivamente en el altiplano Mexicano. Los cultivares de frijol de zonas montañosas húmedas son principalmente de tipo IV voluble y aquellos cultivados en regiones semiáridas son de hábito de crecimiento tipo III. La falta de adaptación de germoplasma Mexicano en ambientes Colombianos y viceversa ha sido el cuello de botella más importante hasta ahora. No obstante, del primer ciclo de mejoramiento más de cien líneas se facilitaron a los programas Mexicanos de las cuales A 417 YA 424 (Pinto), A 262 y A 439 (ojo de cabra), MAM 13 (Bayo) y MAM 19 han sido seleccionados como materiales promisorios allí. De cerca de 800 poblaciones híbridas del segundo ciclo de mejoramiento varios miles de selecciones, todas resistentes a la antracnosis, se hicieron en

Popayan en la primera estación de siembra de 1987. Las progenies de estas actualmente está siendo examinadas en el mismo sitio. Las supervivientes serán sometidas a aumento de semilla para evaluaciones adicionales y pruebas de rendimiento en los siguientes años. Además del problema de adaptación, ha sido difícil recuperar las características apropiadas de tipos de semilla comercial (tamaño, color, brillo, etc.) en este grupo. Como resultado, algunas modificaciones necesarias en la estrategia de cruzamiento deberán implementarse en los próximos ciclos de mejoramiento. El acceso a las localidades de evaluación y selección en los altiplanos Mexicanos para materiales segregantes maximizará enormemente las oportunidades de desarrollar líneas superiores y de ayudar en el proceso de mejoramiento local.

F. HABICHUELA

1. Potencial Económico de la Habichuela

En marzo de 1987, el Programa de Frijol de CIAT comenzó un estudio sobre la importancia de la habichuela en los países en desarrollo con el objeto de orientar la investigación futura de CIAT en mejoramiento de habichuela. El énfasis inicial se ha puesto en la recolección y análisis de datos secundarios así como de estudios de casos.

Los hallazgos preliminares de los estudios de casos realizados en colaboración con programas nacionales de Taiwán, Filipinas, Indonesia, Brasil, Colombia, Costa Rica y Rwanda muestran que la mayoría de los cultivadores de habichuela tienen poca área de siembra. En Taiwán, por ejemplo, las áreas sembradas se miden por décimos de hectáreas. Un cultivador que tenga 0.4 ha de habichuela sería considerado un gran productor en este país. La mayoría de los cultivadores de habichuela poseen instalaciones de riego. La habichuela se cultiva con mayor frecuencia en zonas con acceso a los mercados urbanos. En países montañosos, la disponibilidad de la tierra no constituye una limitación para la producción de habichuela.

En países con poca montaña, como Indonesia y las Filipinas, la habichuela encuentra una fuerte competencia por parte de otros cultivos que necesitan climas similares. Si el valor agregado de estos cultivos es mayor, como sucede con las flores, la habichuela puede ser substituída por otros cultivos.

Encuesta bibliográfica

En colaboración con la Unidad de Comunicación e Información de CIAT, se inició una búsqueda bibliográfica sobre habichuela, la cual se revaluó y como resultado produjo una bibliografía preliminar sobre habichuela. El CIAT ha preguntado a más de 140 instituciones mundiales si poseen artículos disponibles y también ha iniciado una búsqueda por computador.

Análisis econométrico del mercadeo y consumo de habichuela

Para Brasil y Colombia se obtuvieron datos detallados sobre mercadeo y consumo. Los márgenes de mercadeo son normalmente muy altos, más del 50% del precio final al consumidor. Ni en Brasil ni en Colombia existe una oferta estacional ni patrones de precios. Los precios fluctúan durante el año, pero de una manera irregular. La disponibilidad anual, la ausencia de períodos específicos con precios bajos y de otros con precios altos disminuyen la factibilidad de utilizar el procesamiento (enlatado o congelamiento) como un mecanismo de almacenamiento.

Para aquellos países que disponen de datos, la habichuela es una legumbre costosa. Se halló una elasticidad de precios de 0.4 (lapso corto, Brasil) y de 0.8 (lapso largo, Colombia) . La elasticidad de precios de lapso largo en Colombia sugiere que las reducciones en los costos de adquisición posibilitadas por la investigación, originarían considerables aumentos en la demanda. Para que esta investigación sea efectiva, debe, no solamente enfatizar los costos de producción, sino también los costos de mercadeo.

El consumo de habichuela depende mucho del ingreso. En Indonesia, Brasil y Colombia, los niveles de consumo en el estrato económico más alto son ocho veces superiores a los del estrato económico más bajo (Cuadro 1 para Colombia). Los niveles de consumo urbano son dos y media veces mayores que los niveles de consumo rural. Esto sugiere un rápido aumento de la demanda en el proceso de desarrollo. La producción de habichuela tiene que crecer a una tasa de aproximadamente 4 a 5% anual para mantener los precios constantes.

Los datos de Bogotá, Colombia, sugieren que la mayoría de los consumidores están conscientes del valor nutritivo de la habichuela. Aun los consumidores pobres expresan la importancia de la habichuela por sus vitaminas y minerales. Los precios actuales de la habichuela en la mayoría de los países limitan la contribución alimenticia de este producto. La mayoría de las personas consumen habichuela para variar su dieta, pero si los precios disminuyeran, el producto podría tornarse en un importante alimento para personas en todos los estratos económicos. A los precios actuales, sin embargo, la atención a la habichuela se justifica principalmente por el potencial de ingresos para el pequeño cultivador.

Cuadro 1: Consumo de habichuela en Colombia, por grupo de ingresos y grado de urbanización (1981).

<u>Estrato Ingresos</u>	<u>Urbano</u>	<u>Rural</u>	<u>Promedio</u>
I	1146	313	697
II	1973	667	1358
III	3318	1766	2768
IV	3992	2049	3546
V	5570	1869	5058
Promedio	3521	1057	2662

Fuente: DRI-PAN Encuesta Presupuesto Alimentos, 1981, Bogotá.

2. Mejoramiento de Habichuela

El Programa de Mejoramiento III de CIAT es responsable de desarrollar variedades de habichuela adaptadas a regiones tropicales, y resistentes a las principales enfermedades que limitan su producción. Las variedades comerciales sembradas en América Latina y África, en la mayoría de los casos, no fueron mejoradas para ambientes tropicales y como resultado son muy susceptibles a enfermedades como la roya (Uromyces phaseoli), BCMV, antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum), añublo bacteriano común (Xanthomonas phaseoli), pudriciones radicales y otros factores que influyen en la baja germinación. En América Latina, aproximadamente 600.000 ha se siembran con habichuela cada año. Los consumidores de habichuela (predominantemente urbanos) enriquecen su dieta con esta fuente de proteína, vitaminas y minerales. Como cultivo, la habichuela se puede sembrar fácilmente en rotación con otras legumbres debido a su corto período vegetativo; y proporciona una fuente de ingresos y trabajo para los pequeños agricultores.

La mayoría de los países del tercer mundo no tienen restricciones de cuarentena sobre variedades comerciales de habichuela introducidas desde los Estados Unidos o de Europa que especifiquen requerimientos de adaptación o niveles mínimos de resistencia a las enfermedades tropicales del frijol. Tampoco la mayoría de los programas nacionales de investigación en el trópico posee programas de mejoramiento de habichuela. En consecuencia, se están cultivando variedades de habichuela de poca adaptación, y alta susceptibilidad, en zonas extensas y se están aplicando cantidades excesivas de plaguicidas sin restricciones gubernamentales en muchas regiones. Por estas razones, CIAT comenzó un programa de mejoramiento varietal de habichuela para llenar las necesidades del pequeño cultivador de habichuela de el trópico. La estrategia utilizada por CIAT para desarrollar habichuela para las regiones tropicales se basa en nuestras experiencias y resultados colectivos en el mejoramiento de frijol. En muchos casos, las limitaciones de la producción son similares en los dos cultivos.

En 1982, 250 accesiones de germoplasma de habichuela se evaluaron en CIAT y de estas, 21 accesiones mostraron buena adaptación y características de vainas aceptables, pero eran susceptibles a las enfermedades (Cuadros 1 y 2). Posteriormente, el Dr. Matt Silbernagel, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en Prosser, Washington, proporcionó a CIAT variedades comerciales y líneas avanzadas, las cuales poseían resistencia a la roya y tenían una excelente calidad de vaina en condiciones tropicales, pero presentaban problemas de germinación asociados con la semilla de color blanco que, en general, es más delicada que las semillas de color.

La resistencia a enfermedades como el BCMV y la antracnosis se obtuvo de las líneas mejoradas de frijol seco de CIAT. Por medio de un programa de retrocruzamiento se recuperó el tipo de

vaina característico de la habichuela. Para obtener resistencia a otras enfermedades con patrones más complejos de herencia, un programa de selección recurrente ha sido utilizado, manejando el método de pedigree para avanzar las generaciones.

Las primeras líneas avanzadas de habichuela del programa de mejoramiento de CIAT entraron al VEF en 1985 (Cuadro 3). Las mejores de estas líneas se utilizaron para formar un Vivero Regional de Rendimiento de Habichuela y se han enviado 30 ensayos a diferentes organizaciones dentro de Colombia. Una línea voluble de habichuela, HAB 229, se está cultivando y comercializando actualmente por los agricultores del departamento de Cauca. Su alto nivel de resistencia a la roya, antracnosis y BCMV hace posible que los agricultores utilicen bajas cantidades de plaguicidas en comparación a cantidades utilizadas en variedades importadas tales como la Blue Lake. Las líneas VEF y las líneas seleccionadas de los viveros VEF han sido despachadas a 14 países. Agricultores de países de clima templado han comentado sobre la capacidad de las líneas producidas por CIAT para tolerar altas temperaturas de verano. Normalmente, las líneas europeas son muy sensibles y tienden a abortar sus flores y vainas jóvenes.

En mayo de 1987, se celebró el primer Taller Internacional de Habichuela durante 5 días en CIAT, con participantes de Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, España, los Estados Unidos, Guatemala, y Perú. Los objetivos de esta reunión fueron establecer una red internacional de científicos que trabaje con habichuela y promover la investigación futura y el desarrollo varietal. Cada participante presentó un resumen de la investigación sobre habichuela realizada en su país y se trazaron planes para la descentralización del mejoramiento de habichuela de CIAT hacia los programas nacionales.

Los principales objetivos de las futuras actividades colaborativas entre CIAT y los programas nacionales son los siguientes:

1. Aumentar el potencial de rendimiento de las variedades de habichuela actualmente en producción.
2. Mejorar y seleccionar variedades con resistencia múltiple a las enfermedades e insectos y con características aceptables de vaina.
3. Mejorar y seleccionar variedades con adaptación amplia y períodos vegetativos cortos.
4. Buscar variedades que se pueden utilizar como habichuela o como frijol seco.
5. Estudiar la herencia de diferentes características con el objeto de mejorar la calidad general de la vaina (por ejemplo, color de la vaina, tamaño, curvatura, forma, presencia de fibra, etc.).

Características de la planta que se deben mejorar en los programas de mejoramiento:

1. Germinación
2. Período vegetativo
3. Calidad de la vaina
4. Resistencia a enfermedades e insectos
5. Amplia adaptación
6. Arquitectura de la planta
7. Tolerancia a la sequía y a la baja fertilidad

Fuentes de características deseables para ser utilizadas en mejoramiento por los programas nacionales:

1. Banco de germoplasma (habichuelas y frijol seco)
2. Viveros de mejoramiento
3. Variedades introducidas

Características a evaluar:

Generales:

1. Germinación
2. Días a floración
3. Hábito de crecimiento
4. Enfermedades
5. Vigor de la planta
6. Carga de vaina
7. Días a madurez
8. Rendimiento

Específicas:

1. Color de la vaina
2. Tamaño de la vaina
3. Curvatura de la vaina
4. Sección transversal vaina
5. Presencia de fibra en vainas
6. Calidad general de la vaina
7. Aceptabilidad por consumidores

Las Memorias del Taller de Habichuela se están publicando para distribución a los científicos participantes y a otras instituciones interesadas.

Cuadro 1. Germoplasma de habichuela voluble adaptado a las condiciones tropicales.

No. CIAT	Identificación	Origen	Proc.	Hábito Crec.	Roya ¹	BCMV	CBB ²
G 1040		MEX	USA	4A	I	R	S
G 3736	Alabama 1	USA	VNZ	4A	S	R	S
G 5734	Mountaineer	USA	USA	4A	I	S	R
G 7605	Habichuela 2-2-3-V	-	IGU	4A	S	R	I
G 7647	Ever Beanning St.	-	GDR	4A	S	S	S
G 8105	Haricot Arames	FRC	UTK	4A	S	S	S
G 8776	Genuine Cornfield	USA	PER	4A	I	R	S
G 8992	String Blue Lake P.	USA	-	4A	S	R	S
G 9069	Burpees Green P.S.	USA	JPN	4A	S	S	I
G 10053	Witte Stok Boon D.	NLD	NLD	4A	S	R	I
G 10054	Witte Boon D.P.	NLD	NLD	4A	S	S	I
G 10208	Pole Orange Brown	PTC	PTC	3B	I	S	S
G 10219	Pole Deep Red Mottled	PTC	PTC	3B	I	S	S
G 10278	Dorwas Pole Brown S	PTC	PTC	4A	I	S	S
G 12742	M7323-3-1-1 Bulk C.	MEX	USA	4A	S	S	S
G 13450	Courone De Are	-	JPN	4A	S	S	S

* Selección de 250 materiales

¹ Evaluaciones de campo donde R = resistente, I = intermedia, S = susceptible

² Añublo Bacteriano Común

Cuadro 2. Germoplasma de habichuela arbustiva adaptado a las condiciones tropicales.

No. CIAT	Identificación	Origen	Proc.	Hábito Crec.	Roya ¹	BCMV	CBB ²
G 3737	Asgrow Valentine	USA	VNZ	I	R	R	I
G 3742	Brock Marvel	USA	VNZ	I	R	S	I
G 6628	Tempo	USA	USA	I	S	R	I
G 6629	Tender Crop	USA	USA	I	I	S	R
G 6631	Wonder Green	USA	USA	I	I	S	I

* Selección de 46 materiales

¹ Evaluaciones de campo donde R = resistente, I = intermedia, S = susceptible
² Añublo Bacteriano Común

Cuadro 3. Líneas avanzadas de habichuela de CIAT que entran a VEF

Año	No. de líneas
1985	236
1987	100
1988	120

G. MEJORAMIENTO DE OTRAS ESPECIES DE PHASEOLUS1. P. coccineus

Durante 1987, se continuó el incremento de la semilla de P. coccineus y de P. polyanthus según la metodología descrita en informes anteriores, con el objeto de preservar la integridad genética de cada población. La multiplicación se realiza en el campo en Río Negro, protegiendo los racimos polinizados con bolsas de papel y en casas de malla en Popayán.

En 1987, 103 accesiones de ambas especies se sembraron en Popayán, y en Río Negro 120 son multiplicadas para obtener semilla de polinización abierta para evaluación y distribución. Las semillas de polinización controlada se obtienen por polinización manual entre plantas de la misma accesión y se utilizan para la conservación de la accesión.

Algunas evaluaciones preliminares de características morfológicas se hacen durante la multiplicación, con el objeto de preparar un catálogo.

Evaluación de P. coccineus y de P. polyanthus para resistencia a Ascochyta en Río Negro 1986 B

Durante el segundo semestre de 1986, 30 accesiones de la especie polyanthus y 30 de la especie coccineus fueron evaluadas en Río Negro por su reacción a Ascochyta y otras enfermedades foliares. Las accesiones fueron sembradas en monocultivo con estacas en un ensayo con dos repeticiones. Los cultivares de P. vulgaris E 1056, G 06040 y Cargamanto fueron usados como testigo susceptible, tolerante y local, respectivamente.

Los resultados confirmaron las observaciones realizadas durante ensayos anteriores. La especie polyanthus posee una muy buena reacción de resistencia a Ascochyta sp., no presenta lesiones o éstas se limitan a las hojas primarias. Se observaron reacciones diferentes entre las poblaciones de la especie coccineus. Algunas de ellas se mostraron resistentes y las lesiones se limitaron a las hojas primarias, y otras fueron susceptibles. Las mejores accesiones fueron una población de Costa Rica (G 35369) y nueve poblaciones de México (G 35370, G 35393, G 35394, G 35402, G 35413, G 35489, G 35497, G 35509, G 35510).

Las reacciones a antracnosis, mancha angular, roya y oidium también se observaron. Los resultados están resumidos en el Cuadro 1.

La productividad de P. polyanthus fué alta, con un promedio general para las 30 accesiones de 4051 kg/ha (desviación estándar: 1465), y un máximo de 6596 kg/ha (G 35545). P. coccineus tuvo una producción inferior con un promedio general

de 2253 kg/ha (desviación estándar: 1147), y un máximo de 5086 kg/ha (G 35392).

Otras evaluaciones

A mediados de 1986, tres accesiones de P. polyanthus fueron enviados al Dr. Talekar at A.V.R.D.C. (The Asian Vegetable Research and Development Center, Taiwan), para ser seleccionadas por resistencia a mosca de frijol en el campo junto con un P. coccineus resistente y un P. vulgaris susceptible. Fueron evaluados por su resistencia a mosca de frijol a los 30 días de emergencia usando un diseño de bloque completo al azar con tres repeticiones; también se registró la mortalidad de plantas. Los resultados son presentados en el Cuadro 2. Estas accesiones de P. polyanthus no son tan resistentes a mosca de frijol como la accesión de P. coccineus G 35023.

Resultados del Vivero Internacional de Adaptación y Rendimiento

de Frijol (IBYAN) para P. polyanthus

El principal objetivo del vivero es promover la productividad de P. polyanthus y de P. coccineus.

Otros objetivos son la evaluación, en diversas condiciones ambientales, del rendimiento y de la adaptación de accesiones promisorias de P. polyanthus, para comparar las accesiones con las mejores variedades locales (P. vulgaris y P. coccineus volubles) y para demostrar que es interesante usar la especie directamente, y no sólo como una fuente de características interesantes para el mejoramiento del frijol común por hidridación interespecífica.

El ensayo incluye 12 introducciones: 10 accesiones de P. polyanthus seleccionadas en Río Negro por su resistencia a enfermedades y por su productividad, y dos variedades locales sembradas como testigos (P. vulgaris y/o P. coccineus, según la región) con tres repeticiones en un diseño de bloques completos al azar.

En Colombia, el ensayo se sembró en Popayán durante el primer semestre de 1986 y en Río Negro (Antioquia) y Pasto (Nariño) durante el segundo semestre de 1986. El ensayo se hizo en monocultivo con estacas. También se sembró en Ecuador, Perú, Guatemala y algunos países africanos (Ruanda, Kenya, Tanzania). El Cuadro 3 muestra los resultados para tres localidades de Colombia, y para Ecuador y Perú. Ni los resultados de Guatemala ni los de Africa se han recibido todavía.

En Colombia, la baja producción de Popayán se puede explicar por el clima muy seco en 1986 A. Por la misma razón no se observaron enfermedades. Las accesiones de mejor rendimiento

fueron G 35349 y G 35337. Tampoco se observaron enfermedades en Pasto durante 1986 B y no se pudo hacer evaluaciones. La producción fue mejor que en Popayán, y G 35182 y G 35531 tuvieron el mejor rendimiento. Sin embargo, ninguna especie de P. polyanthus produjo más que los testigos de frijol común E 605 y Mortiño. En Río Negro, la fuerte competencia de malezas afectó la producción, especialmente la de los testigos P. vulgaris. En P. polyanthus, G 35182 y G 35403 tuvieron la mejor producción. Mientras el testigo Cargamanto fue susceptible a *Ascochyta*, antracnosis y oidium, P. polyanthus no presentó ninguna lesión por *Ascochyta* sp. y sólo mostró un leve ataque de antracnosis.

En Ecuador, el ensayo fué realizado en la estación del INIAP en Santa Catalina, a una altitud de 2760 m. En este sitio prevaleció el clima seco y no se observó ninguna enfermedad. Por otra parte, el vigoroso maíz utilizado compitió considerablemente con el frijol y redujo su producción. Las mejores accesiones de P. polyanthus fueron G 35564 y G 35349, pero la producción fué menor para P. polyanthus que para P. vulgaris. Sería interesante repetir el ensayo el próximo año.

En Perú, el ensayo se sembró en la zona de Chota, departamento de Cajamarca, a una altitud de 2000 m. Los resultados parciales se presentan en el Cuadro 3. G 35336 tuvo el mejor rendimiento y superó a los dos testigos. No se observaron lesiones de *Ascochyta* ni antracnosis en P. polyanthus, mientras ambos testigos fueron susceptibles a *Ascochyta* y el cultivar P. vulgaris "caballero" presentó lesiones de antracnosis. El ensayo se repetirá el próximo año con las mejores accesiones.

La demanda de P. polyanthus está aumentando y se han distribuido semillas a algunos cultivadores colombianos con el objeto de popularizar este cultivo.

P. coccineus también ha sido incluido en los ensayos, utilizando el mismo diseño experimental que para P. polyanthus. Diez accesiones de P. coccineus seleccionadas por su productividad y precocidad y dos testigos de P. vulgaris se han sembrado en Río Negro y Pasto en 1987 B.

Cuadro 1. Reacción de 30 introducciones de P. coccineus y 30 de P. polyanthus a algunas enfermedades foliares en Río Negro durante el segundo semestre de 1986.

Enfermedad	<u>P. coccineus</u>		<u>P. polyanthus</u>	
	No. de introducciones con pocos síntomas	No. de introducciones susceptibles	No. de introducciones con pocos síntomas	No. de introducciones susceptibles
Antracnosis	28	2	30	0
Mancha angular	30	0	30	0
Roya	30	0	29	1
Oidium	30	0	30	0

Cuadro 2. Infestación de mosca de frijol en varias accesiones de Phaseolus en A.V.R.D.C. (Taiwán)

Accesión ¹	% plantas dañadas	No. P & L ² por 20 plantas	% plantas muertas
G 35023	47	0.67	20
G 35045	39	2.00	19
G 35047	65	6.00	30
G 35050	40	3.67	17
Local	90	11.00	31

1. G 35023 = P. coccineus, testigo resistente.
 G 35045, G 35047, G 35050 = P. polyanthus
 Local = P. vulgaris, testigo susceptible

2. No. P & L/20 planta = número de pupas y larvas / 20 plantas

Cuadro 3. Resultados de producción del Vivero Internacional de Adaptación y Rendimiento de Frijol polyanthus (kg/ha).

Número CIAT	Monocultivo			Asso. con maíz	
	Popayán	Río Negro	Pasto	Ecuador	Perú
<u>P. polyanthus</u>					
G 35182	81	2,784	3,304	131	271
G 35336	301	1,371	2,241	361	695
G 35337	486	1,279	2,623	319	
G 35349	505	2,219	1,551	479	588
G 35403	144	2,376	1,712	267	
G 35420	299	1,537	3,098	338	
G 35434	124	2,119	2,301	392	
G 35436	275	2,026	2,548	406	489
G 35531	97	2,165	3,192	274	483
G 35564	223	1,315	2,524	551	
<u>P. vulgaris</u>					
G 10885	426				
G 06040	1,189				
G 12488		108			
Cargamanto		381			
E 605			3,542	1,285	
Mortino			4,397		
E 794				998	
Gloriabamba					631
Caballero					451
<hr/>					
Promedio					
<u>P. polyanthus</u>	253	1,919	2,509	352	505
Desviación Estándar	144	488	559	111	140

2. P. lunatus

Como parte de la colaboración entre CIAT y la Facultad de Gembloux (Bélgica) un proyecto nuevo de investigaciones empezó en mayo de 1986 en la colección de *P. lunatus* (frijol de lima) de CIAT.

La primera prioridad fue aumentar la colección total de 2794 muestras, y la multiplicación se inició en dos casas de malla en Palmira con accesiones anteriormente no multiplicadas así como con algunas accesiones aumentadas que sólo habían producido unas pocas semillas. El número de accesiones sembradas para aumento de semillas durante el primer año representa un 14.2% de la colección total de CIAT (ver Cuadro 1).

La baja germinación de accesiones en las dos casas de malla en Palmira se debió a su edad-- habían sido recibidas por CIAT entre 1970 y 1979. El campo en Popayán incluye algunas accesiones recogidas en 1985 en Perú y Colombia y mostraron una buena germinación correspondiente de semillas. Las accesiones que no florecen en las condiciones de Palmira se multiplican en Popayán, efectuándose la mayor parte del aumento de semillas de Popayán en el campo por falta de una casa de malla. La meta es tener 200 semillas provenientes de multiplicación en casa de malla o 4000 semillas de multiplicación en el campo en reserva, en almacenamiento de corto y largo plazo.

Durante este aumento de inicial de semillas, las muestras son pre-evaluadas por características morfológicas como coloración de hipocotilos, tallos, hojas primordiales, flores (quillas, estandarte, vainas y semillas; dimensiones de hojas, vainas y semillas; fecha de floración, y hábito de crecimiento. Hay gran variación entre estos caracteres y las investigaciones se han expandido para completar datos de pasaporte. Entonces será posible establecer una correlación entre los datos de caracterización y los datos de pasaporte.

Los problemas encontrados durante el primer año del proyecto incluyen:

---Algunas accesiones segregan (ver Cuadro 1) y esto desacelera el aumento de semillas porque disminuye el número de plantas con una característica específica original.

--Para algunas accesiones (ver Cuadro 1) - las cuales son siempre "Big Lima" y principalmente arbustivas - un porcentaje muy variable de germinación de semillas ocurre en las vainas aún antes de la madurez. Para aclarar este problema un higro-termógrafo se colocó en la casa de malla durante un mes. Después del riego, la temperatura disminuyó (32oC a 23oC), pero la humedad relativa aumentó (30 a 100%) y permaneció mayor a 85% por o a 10 horas. La humedad relativa parece ser un factor limitante en la germinación de tipos Big Lima.

---Las plagas en la casa de malla son principalmente ácaros que resistentes a muchos acaricidas diferentes. Este problema no es actualmente totalmente controlable.

La segunda prioridad es evaluar el porcentaje de cruzamiento en frijol lima y a posteriormente hallar que una metodología para aumentar las semillas en el campo con ningún o muy pequeño (menos de 1%) porcentaje de cruzamiento.

Las pruebas se hicieron en los diferentes sitios (Dagua, Palmira, Popayan) donde el aumento de semillas futuras sería posible. En Palmira y Dagua dos accesiones diferentes de Sieva y BigLima se sembraron a distancias crecientes (1 m a 12 m) entre el progenitor dominante y los recesivos. Ambas accesiones de Sieva tienen un porcentaje inferior de cruzamiento que Big Lima (el segundo Big Lima tuvo escasa germinación y su cruzamiento no es válido (ver Cuadro 2). Hemos notado que la dehiscencia del estambre en flores de Sieva ocurre principalmente de inmediato antes de la floración, de manera que insectos como las abejas no pueden polinizar estas flores. Una segunda prueba se ha sembrado para refinar y confirmar los primeros resultados.

Hay alguna influencia de localidad en el cruzamiento en el campo. En Palmira hay una diferencia obvia entre Sieva sembrada en un campo rodeado por parcelas con control de insectos y Big Lima rodeado por parcelas sin ningún control de insectos.

Un aumento de la distancia entre dominantes y recesivos reduce la tasa de cruzamiento. Los numerosos trips hallados en una yema floral parecen polinizar sólo en los alrededores de una hilera. Otros polinizadores también visitan una hilera y sus alrededores, pero si son perturbados (por ejemplo por el viento), pueden transportar el polen a mayores distancias.

Se planea efectuar una prueba para investigar maneras de reducir el cruzamiento, con barreras como gramíneas (king grass) o una leguminosa voluble, o embolsando los racimos durante la floración. El control futuro es muy importante para permitir el aumento de más semilla de más accesiones mientras se conserva el genotipo original.

Dagua

Treinta y seis accesiones volubles se han evaluado en Dagua en suelo muy heterogéneo.

Las accesiones varían en días a floración (34 días - G 25108; a 81 - G 25173); días a primera vaina madura (89 días - G 25575; a 137 - G 25247); trilla de rendimiento (54% - G 25108; a 81% - G 25411); porcentaje de establecimiento de vaina (61% - G 25150; a 97% - G 25135) y una estimación del rendimiento (0.6 t/ha - Big Lima 25804; a 6.2 t/ha - Potato 25190).

Una prueba nueva se sembró en julio de 1987 con 99 accesiones volubles de diferentes orígenes y altitudes en un

diseño completamente aleatorizado con 16 replicaciones de una accesión de control.

Los resultados totales no están todavía disponibles, pero las indicaciones preliminares son que la germinación y la primera fase de crecimiento son cruciales para el frijol lima. La humedad alta del suelo es crucial para el buen desarrollo del sistema radical. Posteriormente, el riego se puede espaciar cada 3 a 4 semanas. Esta observación puede ser un factor que explique las 2-4 semanas de floración tardía en la segunda prueba; la primera prueba se había sembrado durante la estación lluviosa en diciembre.

Días a floración varía de 47 días (G 25288) a 123 (G 25408A - de altitudes mayores).

El número de nudos hasta inserción del primer racimo con el aumentó con el número de días a floración y por lo tanto la producción de las accesiones de floración más temprana se concentra principalmente en la base y es más susceptible a los daño de humedad.

Las enfermedades y plagas principales son antracnosis, *Macrophomina*, orugas, minadores de las hojas, saltahojas, ácaros rojos y perforadores de vainas. Hay diferencias en susceptibilidades. *Macrophomina* puede causar muerte de la planta cuando las condiciones climáticas estén demasiado secas.

Palmira

Una prueba está en desarrollo en Palmira usando las mismas accesiones para comparar comportamiento, problemas de enfermedad, y rendimiento con aquellas de Dagua, y para ver qué características de la planta son afectadas por el ambiente.

Virus transmitidos por la semilla

Después de muchas inoculaciones en 200 accesiones de frijol lima y retroinoculación en *P. vulgaris* (blanco doble), se han observado sólo síntomas víricos muy débiles. A pesar de la ausencia de síntomas de BCMV en *P. lunatus*, es importante examinar si puede ser transmitido por las semillas para evitar su propagación. Esto se efectuará en colaboración con el programa de CIAT de patología de virus.

Catálogo de accesiones

Se han establecido dos bases de datos incluyendo información de pasaporte y de colección y tenemos ahora 650 accesiones (23% de la colección de CIAT) en ellas. La información es paralela a de la base de datos de *P. vulgaris*. La caracterización de colores de semilla es en particular difícil en *P. lunatus* porque algunas accesiones muestran 3 colores diferentes y un color adicional de hilio. Una definición más exacta de tamaño de la

semilla y de su forma podría permitir una reclasificación de algunas accesiones que ahora se clasifican como intermedias como Potato-Sieva o Sieva-Big Lima.

Cuadro 1. Aumento de semilla de P. lunatus en Palmira y en Popayan durante el primer año.

Sitios	Número de accesiones				Porcentaje accesiones	
	siembra	aumento	en multi- plicación	no germi- nación	segrega- ción	con g nació
Palmira						
casa de malla						
1	182	91	49	42	25.7	6.7
2	123	en cosecha		12	17.1	10.8
Popayan						
campo	91	3	84	4	0.0	0.0

Cuadro 2. Porcentaje de cruzamiento en frijol lima en términos de cultigrupo y localidades.

Sitios	Sieva				Big Lima			
	G 25139		G 25143		G 25121		G 25124	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
	plantas	cruza	plantas	cruza	plantas	cruza	plantas	cruza
	obser.	miento	obser.	miento	obser.	miento	obser.	mien
Dagua	1,041	2.4	1,222	1.7	1,412	7.4	53	0
Palmira	1,081	0	889	0	226	7.5	52	0

H. AGRONOMIA A NIVEL DE FINCA

1. América Latina

Las actividades de investigación a nivel de finca del Programa de Fríjol en América Latina tienen como objetivo, guiar a los científicos que trabajan en el desarrollo de tecnologías (en programas nacionales o en CIAT) en fijar prioridades a través de la retroalimentación de las encuestas y ensayos en fincas, además el de aumentar la oportunidad de lograr una transferencia efectiva de tecnologías mediante pruebas a nivel de finca adaptativas ("feed forward").

La investigación a nivel de finca (INF) es considerada como la manera más efectiva de lograr estos objetivos. La INF es realizada por CIAT (y muchas otras instituciones), y tiene las siguientes características:

- a) comienza con la comprensión de las circunstancias de los agricultores, sus necesidades y objetivos.
- b) enfatiza en un fuerte enlace entre el diagnóstico continuo y las pruebas experimentales a nivel de finca.
- c) busca una síntesis del conocimiento de los investigadores y agricultores.
- d) en vista del conocido comportamiento de adopción por los agricultores, generalmente se trabaja en un cambio gradual dentro de los sistemas de cultivo existentes en los campos de agricultores (aunque los grupos de cambios graduales a veces pueden representar un cambio de sistemas de cultivo - ver mas adelante el ejemplo intensificación de cultivo en Ipiales, Colombia).
- e) sus actividades con frecuencia se basan en o alrededor de un cultivo ya que esto parece actualmente una manera más efectiva de asegurar la participación ocasional de muchas disciplinas a nivel de finca y obtener enlaces fuertes entre la estación experimental y las actividades a nivel de finca.
- f) sus metodologías no son específicas para cierto cultivo, pero para ser efectivas necesitan ser aplicadas a cultivos específicos, ya que no será posible hacer investigación en muchos cultivos a la vez.

CIAT considera que la INF debe ser principalmente responsabilidad de los programas nacionales de investigación y extensión. El Programa de fríjol en consecuencia ha desarrollado desde 1982 una actividad de INF que:

- a) adapta y desarrolla metodología de INF a través del trabajo en zonas y sistemas específicos y variados que incluyen frijol, con participación principal de CIAT.
- b) demuestra que INF es una técnica efectiva.
- c) adiestra personal nacional de investigación y extensión en técnicas de investigación a nivel de finca.
- d) proporciona seguimiento y consultoría para aquellas personas activas en INF, especialmente aquellos adiestrados anteriormente.
- e) inicia y apoya enlaces de red entre el personal activo en INF, ya sea miembros de instituciones nacionales o internacionales.

El progreso realizado en el alcance de estos objetivos entre 1982 y 1987 se resume a continuación.

Progreso en adaptación y desarrollo de metodologías.

Las metodologías para INF fueron adaptadas al caso del frijol y especialmente en sistemas intercalados de las experiencias de los centros internacionales como CIMMYT, CIP e IRRI y de centros nacionales como ICTA Guatemala, ICA de Colombia e INIA (ahora INIFAP) México. Además, fue valioso el aporte de cinco expertos en INF que trabajan en América Latina, África y Asia invitados durante un taller sobre INF del Programa de Frijol realizado en diciembre de 1983.

Con el transcurso de los años, una serie de etapas han sido encontradas útiles para las encuestas y los ensayos. Varios pasos también han sido descritos para el proceso de planeación y análisis de ensayos en base a información diagnóstica. Dichas etapas y pasos son una guía útil para practicantes de INF, a los cuáles sugerimos por lo aprendido que deben considerarse como pautas flexibles y no como normas rígidas. Gracias a las contribuciones de varios programas nacionales, un conjunto de experiencias está ahora disponible para guiar a los practicantes.

La adaptación de metodologías originalmente se llevó a cabo con apoyo del ICA en cinco zonas de Colombia (Ipiales, Funes y El Tambo, Nariño, San Vicente y El Carmen, Antioquia). Actualmente el trabajo en San Vicente, El Carmen y Funes ha pasado completamente a ser responsabilidad del personal de ICA. Ipiales y El Tambo continúan como proyectos colaborativos entre CIAT e ICA para desarrollar ideas aún más a fondo (Ipiales principalmente con la participación de agricultores y como una base para cursos de adiestramiento; El Tambo para estudios de selección de líneas avanzadas de frijol y de generaciones segregantes a nivel de finca y como un sitio importante de selección genética en las actividades de red colombiana). Una nueva zona de trabajo (Restrepo/Darien, en el departamento del

Valle) se ha incorporado, siendo el fríjol un cultivo marginal, se cuenta con apoyo del Comité de Cafeteros del Valle. El trabajo en esta zona se inició con un diagnóstico realizado por el curso de INF en el 1987 realizado en CIAT.

Una reciente e importante influencia en la metodología para INF ha sido el trabajo del Proyecto de Participación de Agricultores de CIAT, (IPRA) cuyas ideas han contribuido considerablemente al trabajo en Ipiales y Restrepo/Darién.

El trabajo del Programa de Fríjol en metodología de INF durante varios años, ha analizado el interrogante de donde se debe practicar la selección varietal y la identificación de prácticas culturales apropiadas para las condiciones de los agricultores. Los datos presentados en el Informe Anual de Fríjol de 1985 por la sección de investigación a nivel de finca, muestran las grandes diferencias en comportamiento de líneas avanzadas entre fincas y las estaciones experimentales vecinas que las apoyan. Resultados recientes de dos años en el oriente de Antioquia muestran que las diferencias de líneas entre fincas o años en la misma zona son más pequeñas que aquellas entre estación y fincas. Además, aunque las diferencias en rendimiento promedio entre fincas son grandes, una precisión similar en la medición de los rendimientos se obtiene con tres repeticiones en diferentes fincas y con tres repeticiones lado a lado en una estación experimental. Esto confirma que es preferible y posible seleccionar líneas avanzadas en dos o tres fincas representativas en lugar de hacerlo en estación.

Otro trabajo en curso en El Tambo, Nariño está explorando la posibilidad y conveniencia de manejar generaciones segregantes de fríjol a nivel de finca, probablemente alternadas con selección en estación, para producir materiales mejor adaptados a las condiciones de los agricultores.

Los datos presentados en el Informe Anual 1986 mostraron las grandes diferencias en los resultados entre estación y fincas en experimentos sobre prácticas culturales, aún cuando se eligiera en la estación un campo de baja fertilidad. Las dosis de fertilizante y métodos de aplicación, población de plantas y el arreglo espacial, y aún los fungicidas para el tratamiento foliar o del suelo fueron diferentes entre la estación experimental de Obonuco y las fincas de Ipiales. Estos datos confirman la importancia de realizar INF en las áreas de interés de las tecnologías. Cuando una tecnología está concebida para varias áreas de interés, la identificación cuidadosa de áreas para el desarrollo de las tecnologías, y de fincas representativas dentro de ellas, debe hacerse.

Un ejemplo del desarrollo de tecnologías a nivel de finca es el realizado por la sección de microbiología sobre inoculación con *Rhizobium* en fincas de Ipiales y El Tambo. En El Tambo, por ejemplo, los resultados sugieren que el maíz se beneficia cuando el fríjol se inocula. En 1985, el maíz respondió

significativamente al aumento de la fertilización con N, pero al hacerlo, disminuyó los rendimientos del frijol. Cuando se inoculó, el frijol no sufrió esta disminución, pero los rendimientos de maíz aumentaron, aunque ningún N se había aplicado (Cuadro 1). En el segundo año, los resultados fueron menos claros. El rendimiento de maíz fue bajo debido a la sequía del final del ciclo. Ni el maíz ni el frijol respondieron a la aplicación sola de N o de inoculación, pero respondieron a la inoculación combinada con aplicación de N.

La importancia de las metodologías de INF para el Programa de Frijol de CIAT también se puede ilustrar en otra manera. En 1984, había dos agrónomos a nivel de finca a nivel de personal superior (base en Cali y Guatemala); a finales de 1987, cuatro más se habían agregado en Africa y otro se esperaba agregar al personal de América Latina.

Progreso en capacitación y seguimiento de INF

La mayoría de las acciones del Programa de Frijol en INF en América Latina ahora giran alrededor del adiestramiento y sus actividades relacionadas (i.e. el seguimiento y la preparación de documentos en INF).

Dos métodos para la capacitación de INF se examinaron entre 1984 y 1987 con el apoyo financiero de Fundación Ford, y están ahora en uso en el Programa de Frijol. Consisten en la capacitación basada en CIAT y capacitación en el país. La capacitación basada en CIAT consta de un curso práctico de ocho semanas en el cuál los participantes ejecutan diferentes actividades de INF en sala y campo con ejemplos reales de diferentes zonas de Colombia. Posteriormente reciben seguimiento para apoyar la aplicación de metodologías de INF en sus propios países. La capacitación en el país se realiza en un curso de tres fases de unos 15-18 meses en una zona productora de frijol de un país. Los participantes de diferentes zonas del país se reúnen para aprender técnicas de INF en la zona. Entre fases regresan a sus propias zonas para poner en práctica las técnicas aprendidas. Regresan a la próxima fase para informar sobre sus experiencias y analizar sus resultados con todo el grupo.

Ochenta y ocho investigadores y extensionistas ahora se han adiestrado en cursos de 5 semanas o más con seguimiento: 25 en un curso en colaboración con INIPA (ahora INIAA) en Perú y un total de 69 en cuatro cursos anuales realizados en CIAT (seis científicos Peruanos asistieron a ambos tipos de cursos) (Apéndice 1). Una proporción alta de participantes han continuado activos en INF (Apéndice 1), en particular de aquellos adiestrados en 1986 y 1987 cuando la calidad en la selección de candidatos, enseñanza y seguimiento se había refinado a través de la experiencia.

Ambos modelos de capacitación de INF tienen ventajas. Los cursos en el país permiten a los participantes aprender sobre la

situación de su propio país y el seguimiento intensivo es posible por las fases múltiples. El seguimiento es más difícil y costoso en la capacitación basada en CIAT, pero hay más oportunidad para realizar una discusión entre países y "fertilización cruzada" de ideas. Las metodologías enseñadas en cursos de INF del Programa de Frijol ahora están siendo usadas por ex-participantes, en otros cultivos como papa, maíz y caña de azúcar. Por lo menos dos personas que recibieron adiestramiento en CIAT ahora ocupan posiciones directivas en su instituto y están influyendo para que la INF se aplique a muchos cultivos en su zona.

La producción e identificación de documentos para apoyar la capacitación es una actividad importante. Un conjunto completo de materiales escritos, algunos todavía en etapa de proyecto avanzado, existen ahora para ser usados en los cursos. El conjunto incluye publicaciones anteriores por CIMMYT, nuevos documentos de trabajo preparados por CIAT y dos publicaciones conjuntas en preparación entre CIAT y CIMMYT.

Ahora que se ha establecido, una buena comunicación de ideas sobre INF, una actividad futura es el desarrollo de materiales de capacitación para comunicar los conceptos de una manera más didáctica, especialmente para los que no pueden asistir a los cursos en persona.

Actualmente, el equipo de INF con sede en Cali, da un importante apoyo y consultoría en Colombia (12 zonas activas en INF en frijol), Perú (18 zonas activas) y México (5 zonas activas con apoyo de CIAT). Dentro de cada uno de estos países, se está desarrollando un apoyo informal entre practicantes de INF. Para 1988, se está planeando un curso de tres fases en el estado de Santa Catarina, Brasil, con asistencia de participantes de otros estados.

Progreso en el desarrollo de redes INF

Dentro de 5 años esperamos en América Latina que el intercambio entre programas nacionales sobre INF se tornará por lo menos tan importante como los contactos entre IARCs y los programas nacionales. CIAT, CIMMYT y CIP actuarán como catalizadores para los contactos entre centros nacionales y proporcionarán apoyo a través de la capacitación de INF, ideas y tecnologías a un grupo de programas nacionales de investigación y de extensión activos en INF.

Como un paso inicial en el desarrollo de dicha red, CIAT realizó en febrero de 1987, y durante 10 días un taller sobre Investigaciones a Nivel de Finca en Frijol para América Latina con 29 participantes de 10 países, así como miembros de CIAT, CIMMYT y CIP. Los participantes encontraron el taller útil y solicitaron a CIAT que asumiera la responsabilidad logística y financiera para un evento similar a finales de 1988, preferiblemente en uno de los países participantes. Se sugirió la evolución gradual, para incluir a más personal que trabaja en

otros cultivos, sin perder la comunicación establecida entre los miembros del grupo.

Una mayor disponibilidad de información de alta calidad sobre INF, y la oportunidad para publicarla, fueron considerados por los participantes en el taller como cruciales para mejorar el intercambio entre investigadores. Actualmente el trabajo a menudo se publica en fragmentos, con detalles excesivos (o pocos detalles) en informes anuales de las instituciones.

El Programa de Frijol está tratando de satisfacer esta necesidad de varias maneras:

a) Las Memorias del taller se han compilado y distribuido como un documento de trabajo.

b) Los documentos de trabajo se están preparando para todas las zonas en qué el trabajo de INF de CIAT-ICA se realizó entre 1982 y 1986. Aquellos para Ipiales y San Vicente se distribuirán en breve; los de Funes, El Tambo y El Carmen están en preparación.

c) El personal de INIFAP en Mexico ha preparado (La Fraylesca, Chiapas) o está preparando (Tepatitlán, Jalisco) informes para publicación sobre diagnóstico, planificación y experimentación (y el enlace entre ellos) del primer año de actividades en INF.

d) Dos documentos han sido preparados en Perú por INIPA (ahora INIAA), con apoyo de CIAT, sobre resultados de diagnóstico, los problemas identificados y las pruebas del primer año en las 24 zonas cubiertas por el curso de Investigación a nivel de finca de INIPA-CIAT. Estos documentos están sirviendo para orientar el Programa de Leguminosas de INIAA.

Los contactos de red entre IARCs son también importantes para armonizar ideas cuando ellas son apropiadas, y para aprender de cada uno. Dos de dichos esfuerzos dentro de América Latina ya se indicaron: la preparación de publicaciones de INF con CIMMYT y la participación con CIMMYT y CIP en el taller de INF. CIMMYT y CIAT también están trabajando juntos en INF en maíz y frijol cuando es posible. En La Fraylesca, Chiapas, México, CIMMYT y CIAT están apoyando la intergración de maíz y INF de frijol en el trabajo realizado por INIFAP. En Ipiales, Colombia, científicos de maíz de CIMMYT proporcionan apoyo a INF de CIAT-ICA en la asociación de frijol-maíz. CIAT también ha participado activamente en conferencias inter-IARC (en Nairobi en 1984 y Hyderabad en 1986) en INF e investigación sobre sistemas agrícolas (en inglés FSR), y se ha establecido como un centro donde la FSR se realiza dentro de programas de cultivos.

Progreso en la identificación de tecnologías para zonas específicas.

La identificación de tecnologías para zonas específicas es un resultado de la adaptación de metodologías en Colombia y, más importante, una muestra de que la INF en frijol en programas nacionales está funcionando eficazmente. Este resumen cubre los tres países en los cuáles el apoyo CIAT-HQ en INF ha sido más activo.

En las zonas de trabajo de CIAT-ICA iniciadas en 1982 (en 1978 en el caso del Carmen) cierta adopción de tecnología por los agricultores es ahora evidente.

La variedad de frijol voluble Frijolica 0-3.2 que se liberó en junio de 1985 para Ipiales, Nariño y cuya adopción se había estancado por los precios bajos del frijol y el mayor descuento resultante para una variedad nueva, ha sido conservada por los agricultores. Ahora que la situación de precio es más normal y la variedad es mejor conocida, se registran mayores ventas y áreas sembradas.

La variedad Frijolica LS-3.3, liberada en agosto de 1985, está comenzando a ser adoptada por agricultores en San Vicente, Antioquia. En partes de Funes, Nariño, la línea Ancash 66 (no liberada hasta el presente por su adaptación limitada) se está cultivando y comercializado por varios agricultores.

En estas zonas, otros componentes tecnológicos apropiados también se han identificado a través de INF. La adopción de éstos ha sido más lenta hasta el presente, por razones que nosotros esperamos comprender mejor en el ciclo 1987/88. Sin embargo, en El Carmen y San Vicente, los agricultores han adoptado un espaciamiento más cercano de plantas de maíz, una densidad mayo de frijol, y el uso de benomil en mezclas para el control de enfermedades. En Ipiales y Funes los agricultores han aumentado las dosis de fertilizantes, debido posiblemente a la influencia de los resultados de investigaciones. La INF gradual no siempre produce cambios pequeños, como muestra el siguiente ejemplo de Ipiales. En la asociación de frijol voluble-maíz se demostró que era posible aumentar el beneficio neto por año mediante el acortamiento de los ciclos de maíz y frijol de 8.5 a 6.5 meses incluyendo un cultivo de cebada (Cuadro 2). Este sistema altamente apreciado por los agricultores, está en diez pruebas de comprobación este año y tiene probabilidad de ser adoptado. No sólo es un cultivo extra que se produce, sino que el maíz y el frijol se cosechan antes, dando a los agricultores un rango de seguridad. La combinación correcta de maíz y frijol se identificó sólo en el cuarto año de trabajo a nivel de finca. Antes de esto, los cultivares de maíz y de frijol que eran de maduración precoz y de buena adaptación eran conocidos, pero dominaban al otro cultivo excesivamente. No todos los agricultores tuvieron tiempo para sembrar el cultivo de cebada - después de frijol o maíz-frijol, por lo que algún refinamiento del sistema de cultivo se necesita todavía.

Los colaboradores de INF en Perú y México comenzaron las pruebas de INF en frijol en 1986 o 1987, y es prematuro esperar resultados. Sin embargo en Perú ya se puede informar del siguiente progreso como un resultado directo de INF.

a) La variedad "Gloriabamba" está siendo ampliamente adoptada en el departamento de Cajamarca y se está difundiendo a otras zonas de los altiplanos.

b) Los agricultores en algunas partes de Cajamarca y Junín están cambiando el sistema de siembra al voleo por arreglos de mayor densidad en hileras de siembra.

c) En Cusco, el fríjol voluble "Blanco Salkantay" está siendo adoptado para conformar un novedoso sistema de siembra en relevo con maíz.

d) Otras variedades nuevas están en pruebas de comprobación en dos otras zonas de los altiplanos y en cuatro zonas de la costa.

e) Otras tecnologías en comprobación son: control químico de nemátodos y de pudriciones de la raíz en dos zonas; densidades más económicas en dos zonas; inoculación con *Rhizobium* en partes del departamento de Cajamarca.

En la única zona de INF de fríjol en México donde los resultados del primer año están disponibles, es en la Fraylesca. En pruebas de comprobación la nueva variedad Negro Huasteco 81 fué superior al cultivar local Veracruzano con el empleo o no de los otros componentes exitosos (40 kg/ha y el uso de Tamarón en vez del insecticida de Foley).

En vista de la calidad en la ejecución de los presentes proyectos de INF en fríjol por los programas nacionales esperamos próximamente que más ejemplos como éstos surjan en los siguientes dos años.

Apéndice 1. Capacitación a nivel de finca en el programa de frijol de CIAT 1984-87

<u>País</u>	<u>No. Científicos capacitados en cursos completos INF¹</u>			<u>No. actualmente activos en INF programas con</u>	
	<u>Total</u>	<u>Investiga.</u>	<u>Extensión</u>	<u>Apoyo Frecuente CIAT</u>	<u>Apoyo Ocasional CIAT</u>
Argentina	1	1	0	0	1
Bolivia	1	1	0	0	1
Brasil	4	2	2	3	1
Colombia	23	9	14	19	3
Costa Rica	6	2	4	3	1
República Dominicana	2	0	2	0	0
Ecuador	4	4	0	0	2
El Salvador	5	3	2	1	1
Guatemala	5	3	2	1	3
Honduras	1	1	0	0	0
México	6	6	0	5	0
Nicaragua	1	0	1	1	0
Perú	25	11	14	18	0
Paraguay	4	0	4	0	4
TOTAL	88	43	45	51	17

1 Cursos con 5 semanas de capacitación formal.

Cuadro 1. Respuesta a la inoculación y a la aplicación de nitrógeno en cultivo intercalado de maíz-frijol. El Tambo, Nariño, Colombia.

Inoculación ^a	Nitrogeno ^b (kg/ha)	Rend. (kg/ha)			
		1985 (promedio 4 variedades)		1986 (promedio 2 variedades)	
		Una finca		Tres fincas	
		Frijol	Maíz	Frijol	Maíz
No	0	509	1171	436	749
No	19.3	361	2879	489	697
Sí	0	568	1802	417	737
Sí	19.3	-	-	526	1113
DMS P = 0.10		116	485	85	227

^a Mezcla de tres cepas adaptadas.

^b Todos los tratamientos también recibieron 20 kg/ha P y 9.3 kg/ha K.

Cuadro 2. Resumen de resultados de un ensayo de intensificación del ciclo en cuatro localidades, Ipiales 1986-7. (Los agricultores tomaron diferentes decisiones sobre la siembra del segundo cultivo de cebada. Los costos y beneficios se calcularon separadamente para cada finca).

variedad maíz	variedad frijol	Cebada	Rend. (kg/ha)			Gastos que varían ¹ miles de pesos/ha	Media Benef. neto	Rango beneficio neto en 4 fincas			
			Maíz	Frijol	Cebada			A	B	C	D
Ninguno	Antioquia 8-II	Después frijol	—	999	4168	70.6 ABC/22.9 D	357	3	1*	1*	8
Pool 5	L 32983 (M4)	Después frijol	2017	369	2986 ²	59.5 AB/11.7 CD	355	1*	2*	6*	2*
Pool 5	Antioquia 8-II	Después frijol	1382	698	2986 ²	74.3 AB/26.4 CD	310	2	3	7	7
Pool 7	TIB 3042	Ninguno planeado	1619	640	—	13.3	231	4*	6*	5*	4
Ninguno	Antioquia 8-II	Antes frijol	—	773	2134	70.7	224	7	4	2	5
Morocho Blanco	Frijolica 0-3.2	Ninguno planeado	1558	471	—	16.6	216	8	7	3*	3
Ninguno	TIB 33411	Antes frijol	—	704	2134	70.1	212	5	5	4	6
Morocho Blanco	Mortíño	Ninguno planeado	1604	143	—	13.6	171	6	8	8	1*
	DMS(10%)		314	172	—						

* Tratamientos económicamente eficientes.

1. El agricultor A sembró cebada después de frijol en los primeros tres tratamientos y el agricultor B sembró trigo; el agricultor C halló que solamente había tiempo para cebada en el primer tratamiento; el cultivador D decidió no sembrar.
2. Los dos cultivadores que cosecharon estos tratamientos de cebada ambos mezclaron las parcelas.

2. América Central

Algunos de los cursos cortos sobre investigación a nivel de finca (INF) en América Central se desarrollaron de modelos proporcionados por el trabajo de INF en América Latina. INF en frijol se encuentra establecida en algunas áreas de El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Honduras como resultado de estos cursos y de un curso que se realizó en CIAT para capacitar a personal clave en estos países.

El Salvador. En las siembras de primera estación, se instalaron 24 parcelas en la Región IV y 35 en la Región III para evaluar el comportamiento de Centa Izalco y RAB 204. Estas líneas han superado consistentemente a las líneas de los cultivadores por más de 20%.

La primera fase de un curso en la producción y promoción de nuevas variedades de frijol se realizó durante la tercera semana de agosto. Como consecuencia de que 31 técnicos de la región participaron en este curso, el área de influencia del trabajo a nivel de finca se amplió realizando un diagnóstico de la región. Los primeros ensayos varietales también se establecieron en el área para evaluar tipos arbustivos (RAB 276, RAB 310, RAB 311, RAB 282, RAB 204, y el testigo local), y tipos volubles (LV 104, RCWI-22, VRB 81064, ES-1361, y el testigo local). Tres técnicos de la Región II también participaron y reforzaron el grupo de San Vicente estableciendo 37 parcelas de transferencia de tecnología (Centa Izalco y RAB 204). Aunque los datos todavía no se han analizado, el comportamiento fue aceptable observándose una buena aceptación por parte de los cultivadores por sus ventajas obvias, como resistencia a plagas y enfermedades, rendimiento y alta calidad.

La primera fase de un curso sobre producción artesanal de semilla de frijol se realizó para cultivadores y trabajadores de extensión en la corta semana de agosto. Los participantes al final del curso recibieron semilla de RAB 204 y Centa Izalco para iniciar la producción local de semilla. El proyecto está respaldando a CENIA en su esfuerzo para reemplazar a las variedades locales que sufren severos ataques de CBB, antracnosis y mosaico común.

Guatemala. En ocho ensayos a nivel de finca realizados en El Peten (alt. 300-500 m) ICTA Tamazulapa produjo entre 650 y 1600 kg/ha, con un promedio de 1050 kg/ha, en tanto que las variedades predominantes de los agricultores, Mono y Chapín, nunca superaron 200 kg/ha. Los rendimientos de ICTA Tamazulapa siembras comerciales de cooperativas sobrepasaron a los ya mencionados, con un promedio de 1200 kg/ha mientras que las otras variedades comerciales produjeron solamente alrededor de 600 kg/ha.

Trescientas libras de semilla de ICTA Ostua y 300 de ICTA Tamazulapa se dieron a las cooperativas agrícolas para establecer 80 parcelas en El Peten. En las siembras de la estación fría, se

establecieron 40 parcelas de cada variedad. La mayoría de los agricultores que sembró Ostua expresó su satisfacción con el rendimiento, el número de vainas, el número de semillas por vaina y el tamaño de la semilla, todos superiores a los del cultivar local. Los datos formales se presentarán al finalizar la estación.

Hubo una actividad considerable por parte del grupo de producción artesanal de semilla en las regiones Quesada y Artescatempa en el suroeste, en forma de días de campo e intercambio de resultados experimentales. En el Departamento de Santa Rosa 150 lbs de semilla de ICTA Ostua se enviaron a DIGESA para que las introdujera en esta importante zona de producción. Desgraciadamente, todas las siembras de segunda estación fueron afectadas por la sequía. Sin embargo, en las siembras de primera estación, Ostua produjo rendimientos de alrededor de 1155 kg/ha, sobrepasando a los testigos locales por cerca de 29%. Los testigos locales eran variedades mejoradas en 30% de los casos lo que permite una comparación de los sistemas de producción de la región.

Honduras. En las siembras de primer semestre (las cuales permitieron la evaluación del frijol en condiciones muy adversas) Catrachita (RAB 205) fue superior a las variedades comerciales en cuanto a resistencia a enfermedades (mosaico común, Mustia, y/o CBB, dependiendo de la zona). El Zamorano tuvo maduración más tardía y fue sensible al fotoperíodo, así como también más susceptible a las enfermedades. El Danlí 46 fue muy afectado por la Mustia y el mosaico común y Desarrural por la antracnosis.

Los ensayos de control de Empoasca no recibieron tratamientos porque las abundantes lluvias redujeron la población de insectos. Se establecieron ensayos de control químico de Apion y los resultados fueron muy promisorios en Siguatepeque y Sta. Rosa de Copan donde un piretroide (Arrivo) con escasa toxicidad para los seres humanos dio un buen control. Las parcelas tratadas con este producto produjeron mayores rendimientos que las tratadas con compuestos órgano fosfatados, los cuáles son muy tóxicos. Se propone incluir Decis y Arrivo en las evaluaciones a nivel de finca el próximo año para el control de Apion y Empoasca, ya que se dispone de datos sobre el control de esta última plaga en la Secretaría de Recursos Naturales de la región centrooccidental.

La liberación de RAB 205 con el nombre de Catrachita se debió a su excelente comportamiento en los ensayos a nivel de finca en las mayor parte de las principales regiones productoras de frijol del país, con rendimientos de entre 1160 y 1950 kg/ha.

RAB 50 mantiene su alta aceptabilidad por los cultivadores quienes la sembraron originalmente en ensayos a nivel de finca. Su mejor adaptación a la región, estabilidad de rendimiento, y su buen estado sanitario general son especialmente atractivos. Como

es tan similar a la línea hermana RAB 205, puede servir como reemplazo en caso de falla de RAB 205.

Nicaragua. Recientemente la dirección de Granos Alimenticios Básicos, del MIDINRA, ha concedido alta prioridad a la investigación a nivel de finca con el objeto de poner nuevas tecnologías, en forma de nuevas variedades, a la disposición de cultivadores anteriormente excluidos de los avances técnicos. Por otra parte, se considera que su inclusión será invaluable en el momento de considerar la retención o eliminación de líneas. La Dirección de de Investigaciones y el Programa Nacional de Frijol poseen los recursos adecuados para la ejecución de ensayos a nivel de finca y están buscando apoyo de CIAT en capacitación. El programa de frijol ya ha liberado materiales con los nombres de Revolución 7º, 81, 82, 83, 84, y, más recientemente, algunas selecciones de cruzamientos entre líneas CIAT y Orgullosa. Otras líneas que se deben probar, quizás mediante un curso de investigación en finca, son : RAB 210, BAT 1631, RAB 211, RAB 204, RAB 213, y XAN 107.

Costa Rica. HT 7719 se multiplicó para obtención de semilla y se liberó como "Chirripo". ICTA 883-2-M (ICTA 81-8-D83) se sembró en parcelas de demostración, mostrando un comportamiento superior al de Talamanca que tuvo problemas con la antracnosis.

República Dominicana. No ha sido posible incluir a los agricultores en las primeras evaluaciones de materiales, lo que ha retrasado el desarrollo de los ensayos a nivel de finca en la República Dominicana. Sin embargo, un curso presentado este año contiene la herramienta que permitirá a los participantes comenzar e impulsar esta clase de trabajo. Además de PC 50 y BAT 1412, el Programa de Frijol tiene a BAT 1274, XAN 42, y este año pondrá parcelas de demostración de ZAA 84064 y PAD 34.

Cuba. Aún cuando la sequía dañó la mayor parte de las siembras de este año, las nuevas variedades Sibcnei (NAG 20), Centa Tazumal (BAT 58), Brunca (BAT 304), BAT 832, y BAT 518 continuaron su buen comportamiento a nivel comercial. Estas líneas reemplazarán a ICA Pijao en áreas afectadas por la roya y también reemplazarán a las líneas del ICA 23 (rojo moteado), BAT 482 (blanco), y A 336 (crema).

3. Sistemas con Riego - Brasil

Ha habido gran demanda recientemente por información sobre, y semilla para, la siembra de frijol en tierras parcialmente inundadas. En Brasil, esta clase de tierra es conocida como Varzeas. El gobierno brasileño ha creado varias entidades del gobierno para investigar problemas inherentes en cultivos irrigados de frijol; ha promovido la preparación de tierra para un proyecto enorme de riego; ha señalado que aproximadamente 1 millón de hectáreas de tierra estará bajo riego dentro de los próximos cinco años; y, en general, ha mostrado gran entusiasmo por las investigaciones sobre frijol bajo inundación. Las investigaciones empezaron el año pasado en un esfuerzo colaborativo entre científicos de CIAT y CNPAF, y resultados preliminares se obtuvieron este año.

El problema principal de la producción de frijol bajo sistemas de riego es la inundación temporaria ya que la perfecta nivelación de la tierra es imposible. Además, el frijol no tolera agua excesiva ni aún por períodos cortos. Otro tipo de limitación para la producción de frijol bajos sistemas de sub-riego es la profundidad del nivel hidrostático. El sub-riego mantiene las superficies del terreno seco. En zonas donde las enfermedades transmitida por el suelo, como la mustia hilachosa, son limitaciones de la producción, este tipo de riego permite lograr producción de frijol. La reglamentación del nivel hidrostático es importante especialmente en la fase de crecimiento inicial ya que la planta sufrirá de estrés de agua si el nivel hidrostático es demasiado profundo o las raíces pueden sufrir de falta de oxígeno y de las reacciones subsiguientes de la planta a causa de los suelos inundado (como producción de gas de etileno) cuando el nivel hidrostático es demasiado poco profundo. Ciertas hormonas pueden aumentar (ácido abscísico, auxina) o disminuir (giberelina, citocinina) debido al agua excesiva.

Para comprender el efecto del agua excesiva en la siembra de frijol, unas serie de experimentos se realizó en CNPAF con los objetivos siguientes:

1. determinar el período crítico en el ciclo de frijol cuando la planta se encuentra mayormente afectada por el agua excesiva;
2. medir el efecto que la duración de la inundación tiene en el rendimiento;
3. determinar la profundidad óptima del nivel hidrostático y,
4. buscar variaciones genéticas en *Phaseolus vulgaris* con tolerancia al agua excesiva.

El experimento se realizó en macetas con 6 kg de suelo de varzeas que se fertilizó y encaló para obtener un crecimiento óptimo. La inundación se realizó vertiendo lentamente el agua

por el lado de la maceta para evitar que las burbujas de aire se incorporaran a la maceta. El agua se mantuvo a 2 cm sobre la superficie durante el tratamiento. El drenaje del agua excesiva de la maceta se efectuó mediante perforación del fondo de la maceta. El flujo de agua se controló para que todas las macetas tuvieran más o menos, la misma velocidad de drenaje. Las macetas, después del tratamiento, no recibieron agua hasta que mostraron los primeros signos de marchitamiento a mediodía.

Para determinar el período crítico de inundación en el ciclo de frijol, las macetas fueron inundado por 48 horas en las etapas siguientes:

Inundación de la vaina duró 48 horas a:

1. primera formación trifoliada (V3)
2. tercera formación trifoliada (V4)
3. prefloración (R5)
4. floración total (R6)
5. formación de vainas (R7)
6. etapa de relleno de vaina (R8)

La duración crítica de las inundaciones se midió mediante la aplicación de siete períodos de inundación (0, 6, 12, 24, 36, 48 y 72 horas) en la etapa de tercer trifolio (V4) y en la floración total (R6). Cada maceta contenía cuatro plantas. Rio Doce (Un 247) se usó como la planta indicadora prueba. Las plantas recibieron protección total durante el experimento.

Resultados: período crítico de agua excesiva

El rendimiento de frijol fue reducido mediante la aplicación por 48 horas de agua excesiva en todas las etapas de crecimiento salvo la etapa de tercer trifolio (Figura 1). Las pérdidas de rendimiento aumentaron cuando la inundación ocurrió posteriormente en las etapas de crecimiento. De la floración total en adelante, las pérdidas de rendimiento alcanzaron cerca de 70% (Figura 2). La epinastia ocurrió después de 24 horas de inundación. Las plantas tratadas con inundación antes de la floración se recuperaron bien, pero cuando la inundación ocurrió después de la floración, la recuperación era escasa y se reflejó en pérdidas de rendimiento.

En la práctica, el riego se debe realizar antes que la floración comience y, después de la floración, el riego se debe realizar con sumo cuidado ya que el agua excesiva reduce significativamente la producción.

Resultados: duración de la inundación

El rendimiento de frijol (g/planta) fue reducido por diferentes duraciones de inundación y las reducciones de rendimiento aumentaron con los mayores tiempos de inundación. La inundación de 72 horas en la etapa de floración no produjo casi nada (Figura 3 y 4). Las pérdidas de rendimiento en porcentaje por la inundación que ocurre durante el tercer trifolio y floración se muestran en las Figuras 5 y 6. Las pérdidas de rendimiento eran inferiores a un 70% cuando la inundación ocurrió durante la etapa de tercer trifolio a cualquier duración. Sin embargo, durante la etapa de floración, cualquiera inundación que durara más de 24 horas, daba lugar a pérdidas de rendimiento significativos, con reducciones de más de 50%. El análisis de rendimientos se muestra en los Cuadros 1 y 2 para la inundación durante las etapas de tercer trifolio y floración, respectivamente. La inundación durante la etapa trifoliada en todas las duraciones redujo el número de vainas/planta. El peso de raíz extractable se redujo cuando la inundación ocurrió por más de 24 horas mientras que el peso de 100 semillas, número de semillas/vaina e índice de cosecha no fueron significativamente diferentes a los controles. La inundación durante la etapa de floración redujo significativamente el peso de 100 semillas, vainas/planta, y peso de raíz extractable cuando la inundación ocurrió durante más de 24 horas. El análisis de crecimiento, tomado dos semanas después del final del tratamiento, confirmó las reducciones de rendimiento (Cuadros 3 y 4). En general, la inundación principalmente afectó el rendimiento y el número de vainas/planta. El peso de 100 semillas se afectó sólo cuando la duración de la inundación fue más de 24 horas. El número de semillas/vaina y el peso de la raíz fueron los parámetros menos sensibles. Estos resultados sugieren que el riego se debe ejecutar cuidadosamente durante el período de floración y que la inundación por períodos de más de 24 horas debe ser de inmediato drenada. La prueba de variación genética por tolerancia a la inundación comenzará el próximo semestre.

Profundidad del nivel hidrostático

Los experimentos de maceta se llevaron a cabo en cajas de Eternit donde el agua se podía ajustar según el nivel deseado. La preparación de macetas fue igual a los experimentos de maceta anteriores. El nivel hidrostático se mantuvo mediante la extracción del exceso de agua de las cajas. Se aplicaron tres niveles hidrostáticos: 25, 20, y 15 cm de la superficie de suelo. Dos niveles de fósforo (2 y 6 g de superfosfato triple) estaban también incluidos para representar cerca de 150 y 750 ppm de fósforo.

Resultados: Diferentes profundidades de nivel hidrostático

El rendimiento de frijol fue reducido por las diferentes profundidades del nivel hidrostático que permanecieron constantes durante el ciclo entero de cultivo. Las reducciones fueron

mayores a niveles altos de fósforo que a niveles bajos de fósforo (Figura 7). Las pérdidas de rendimiento fueron mayores cuando el nivel hidrostático fue de sólo 13 cm debajo de la superficie del suelo (Figura 8). El análisis de rendimientos (Cuadro 5) indicó que el número de vainas fue afectado significativamente por las profundidades del nivel hidrostático mientras que otros parámetros de rendimiento no cambiaron significativamente. El análisis de crecimiento (Cuadro 6) indicó que los parámetros de crecimiento no cambiaron significativamente pero que los mayores niveles hidrostáticos tendieron a disminuir el peso seco de todas las partes de la planta. Estos resultados sugieren que un control cuidadoso de los niveles hidrostáticos se requiere cuando se sub-riega el campo de frijol. Durante la germinación, un nivel hidrostático poco profundo se requiere para que la humedad pueda alcanzar la capa de semilla. Cuando la raíz comience a crecer, el nivel hidrostático se debe continuamente reducir hasta una cierta profundidad para que la planta de frijol tenga el agua garantizada. Las generalizaciones son difíciles cuando las propiedades físicas son diferentes. Afortunadamente, todas las regiones con sistemas de sub-riego tienen, más o menos, igual suelo, texturas, y estructuras.

Las investigaciones futuras continuarán contemplando la variación genética en el frijol tolerante a la inundación temporal con pruebas en el terreno en regiones claves. Los experimentos de rendimiento de sub-riego y alta temperatura se ejecutarán en las regiones clave.

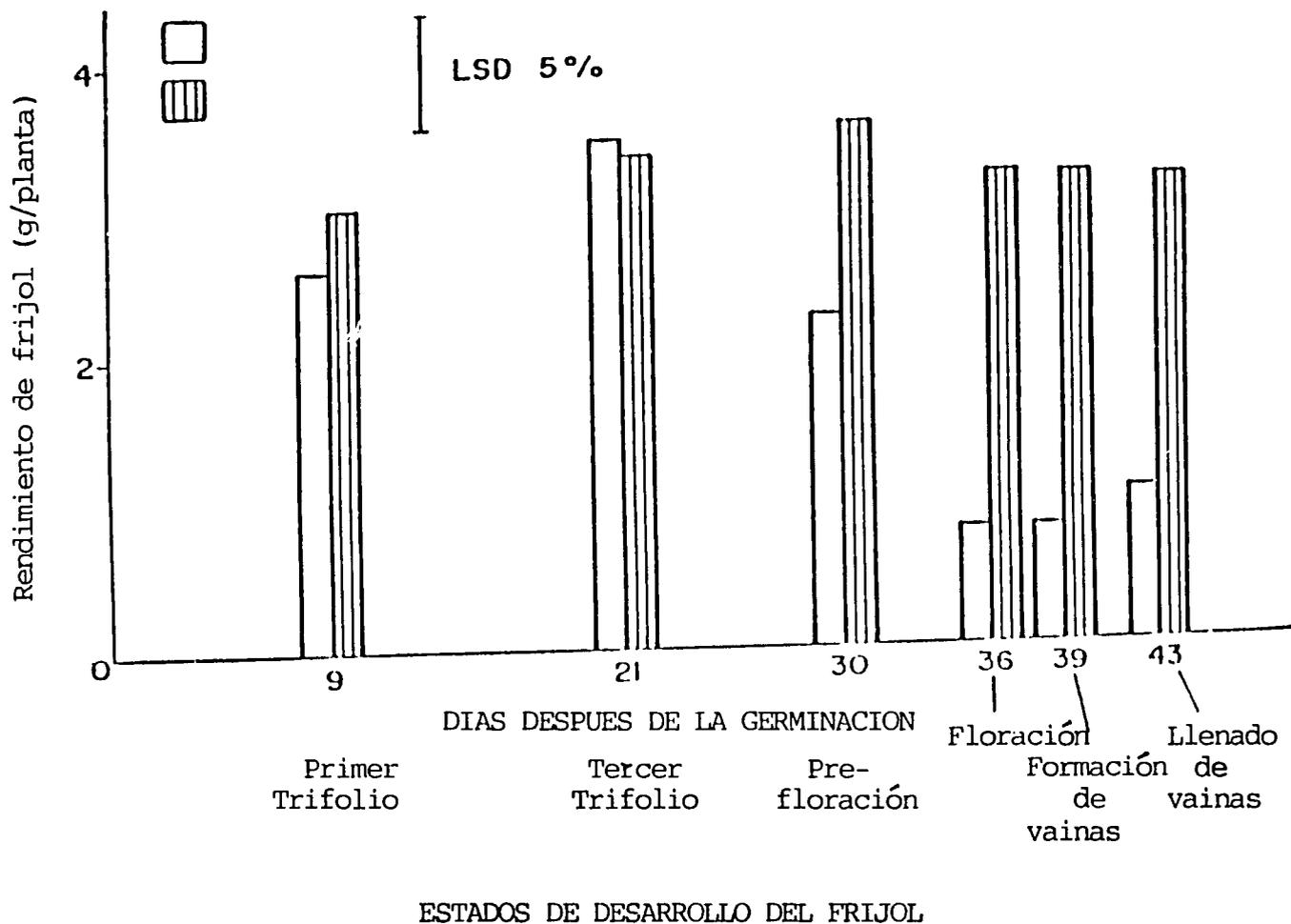


Figura 1: Rendimiento de frijol según lo afecta una inundación de 48 h en diferentes etapas de crecimiento.

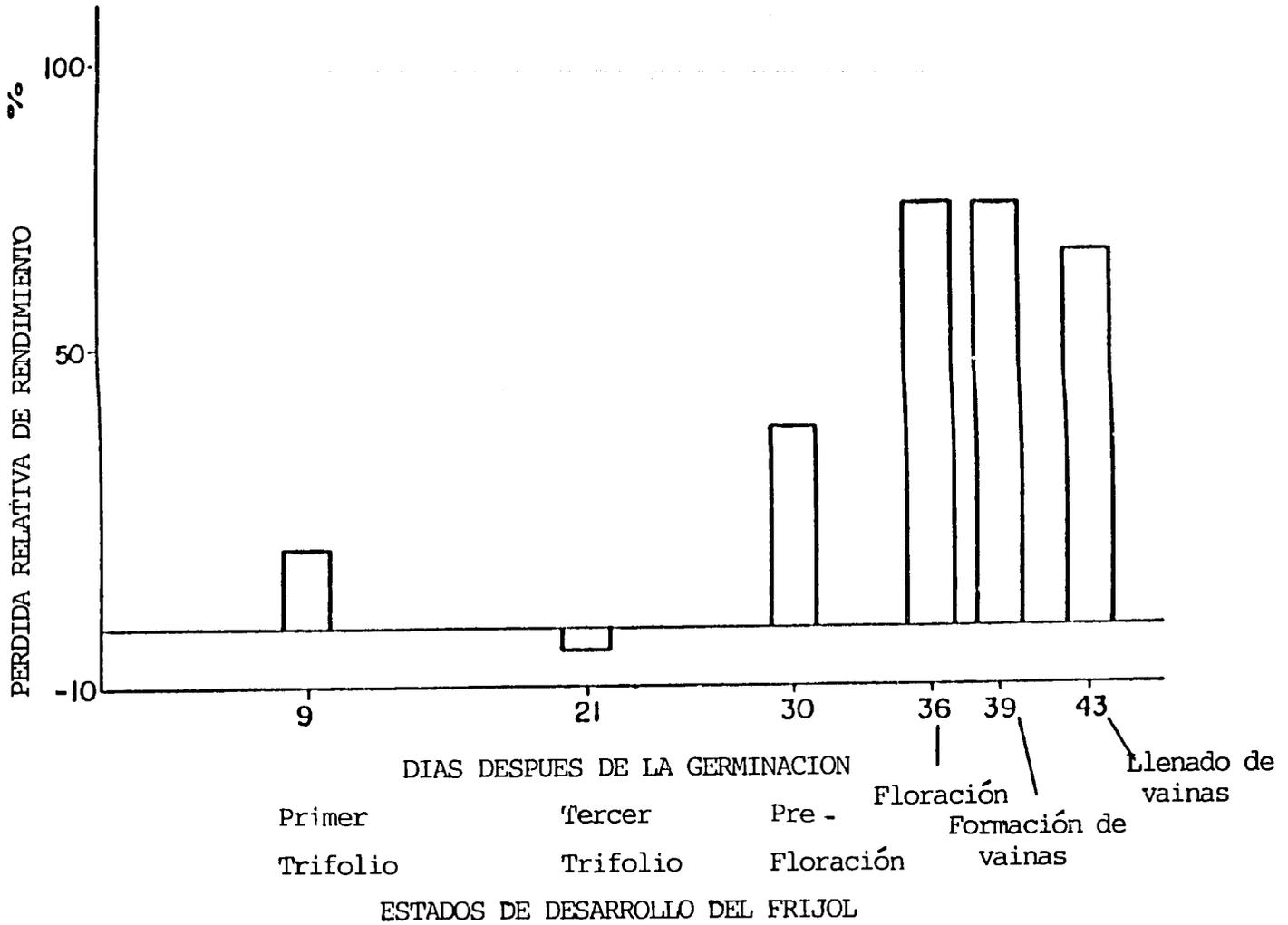


Figura 2: Pérdidas de rendimientos relativas en % según los efectos de una inundación de 48 h en diferentes etapas de crecimiento.

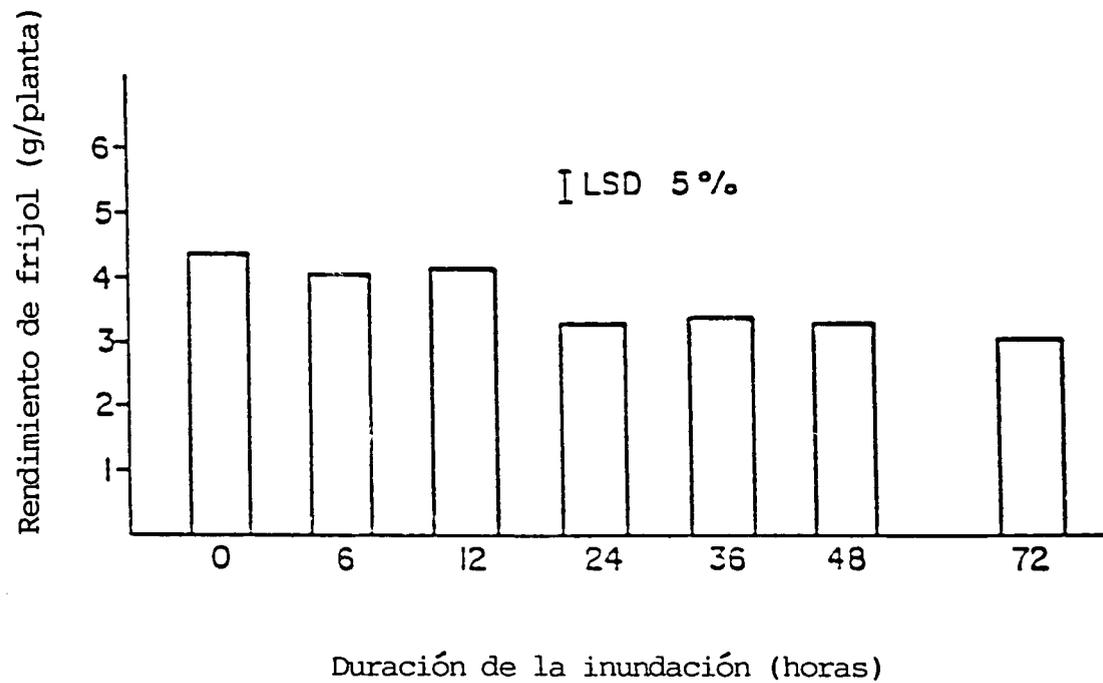


Figura 3: Rendimiento de frijol según lo afectan las diferentes duraciones de inundación durante la etapa de tercer trifolio.

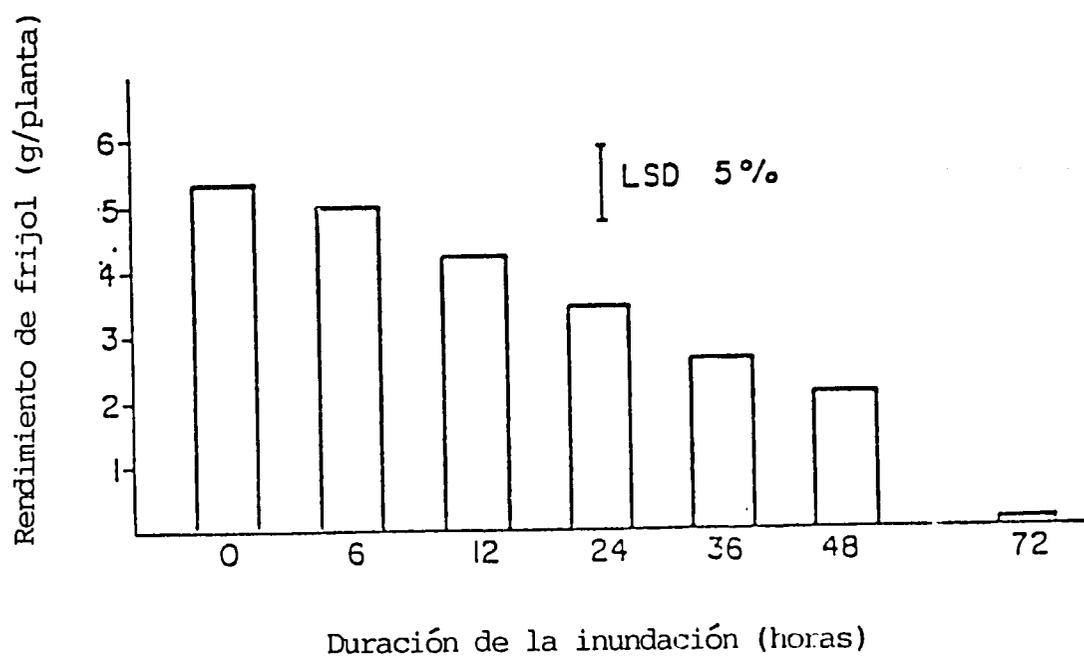


Figura 4: Rendimiento de frijol según lo afectan diferentes duraciones de inundación durante la etapa de floración.

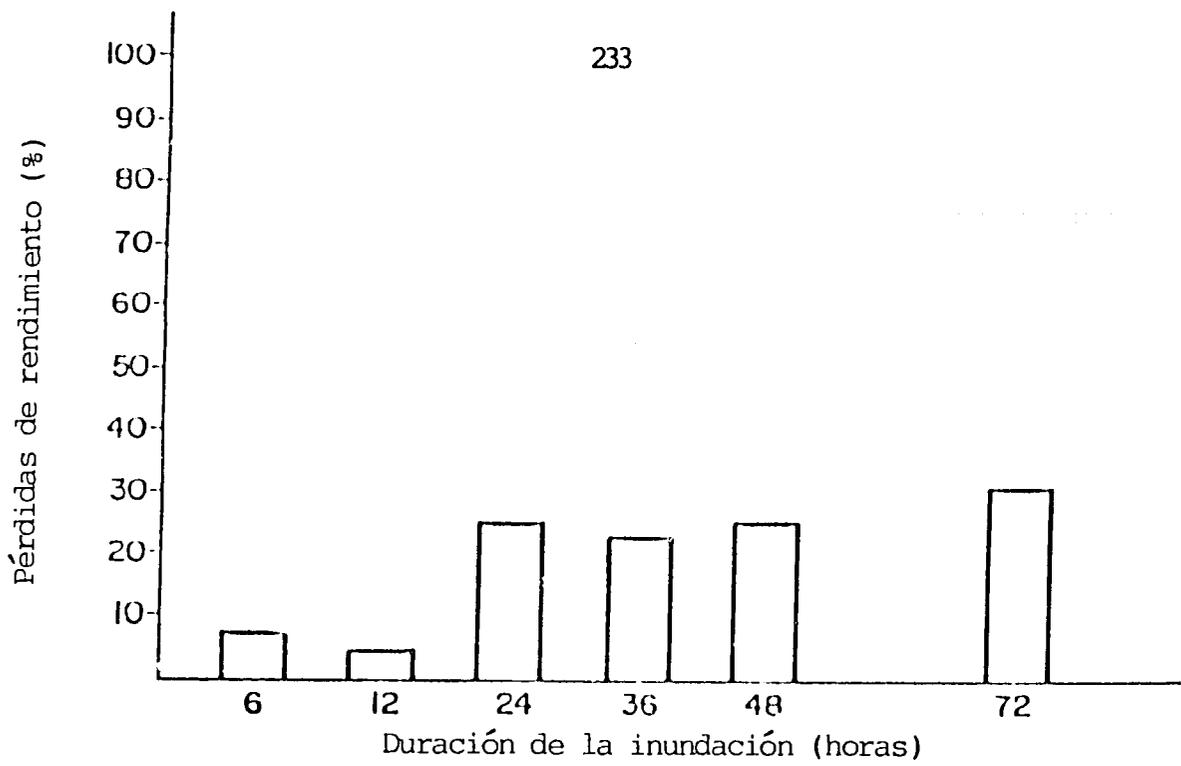


Figura 5: Pérdidas de rendimiento (en %) debidas a diferentes duraciones de inundación durante la etapa de tercer trifolio.

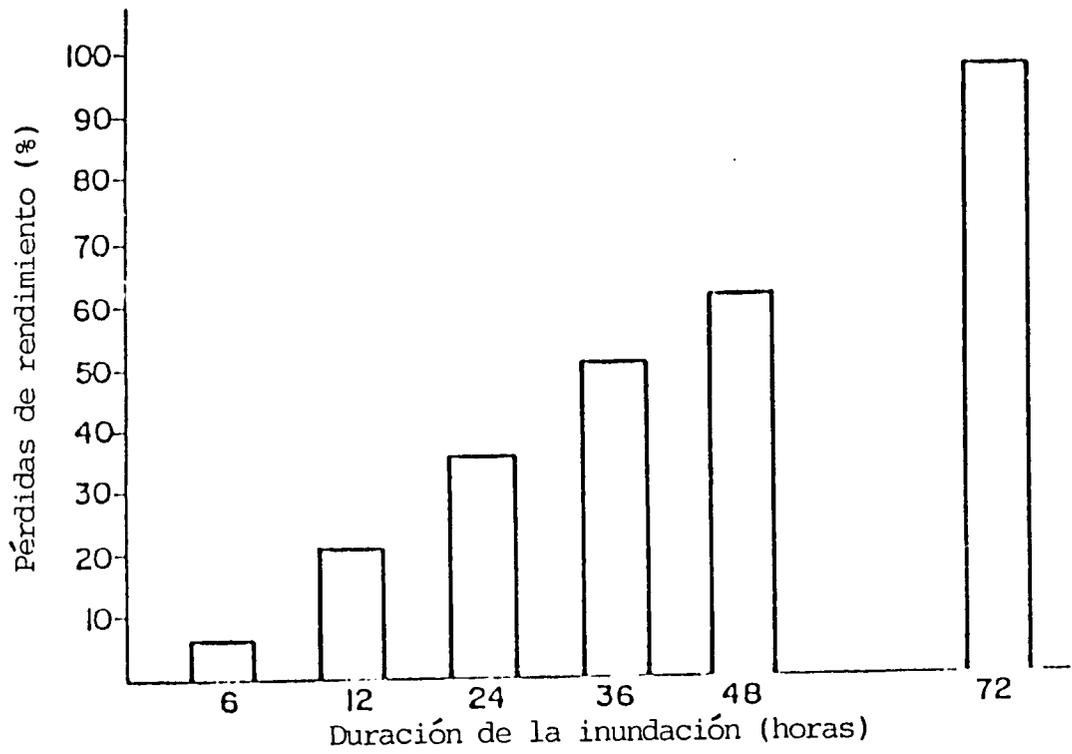


Figura 6: Pérdidas de rendimiento (en %) debidas a diferentes duraciones de inundación durante la etapa de floración.

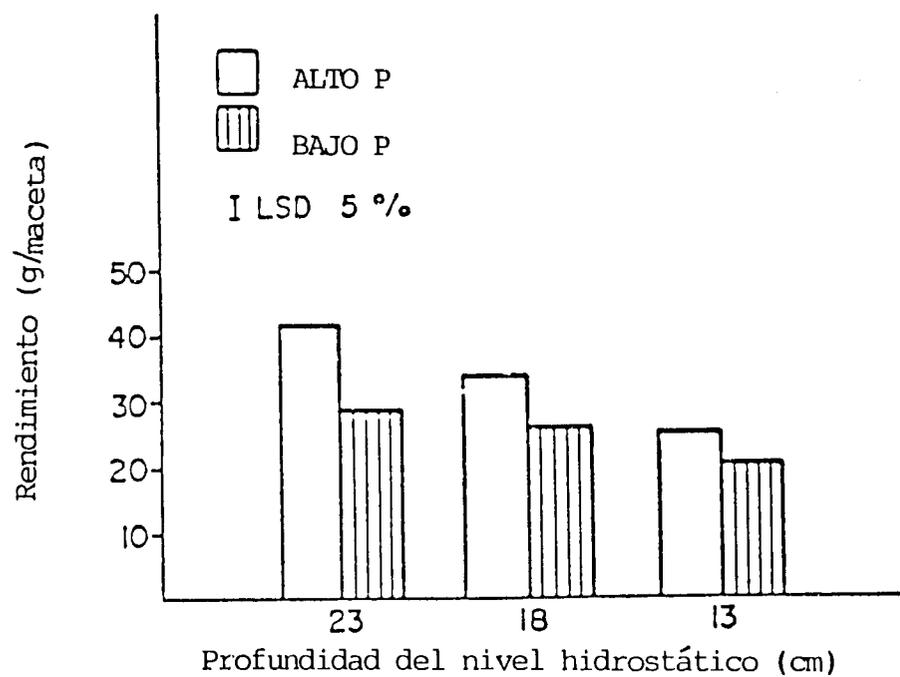


Figura 7: Efectos de las diferentes profundidades del nivel hidrostático sobre el rendimiento de frijol cultivado con niveles de fósforo altos y bajos.

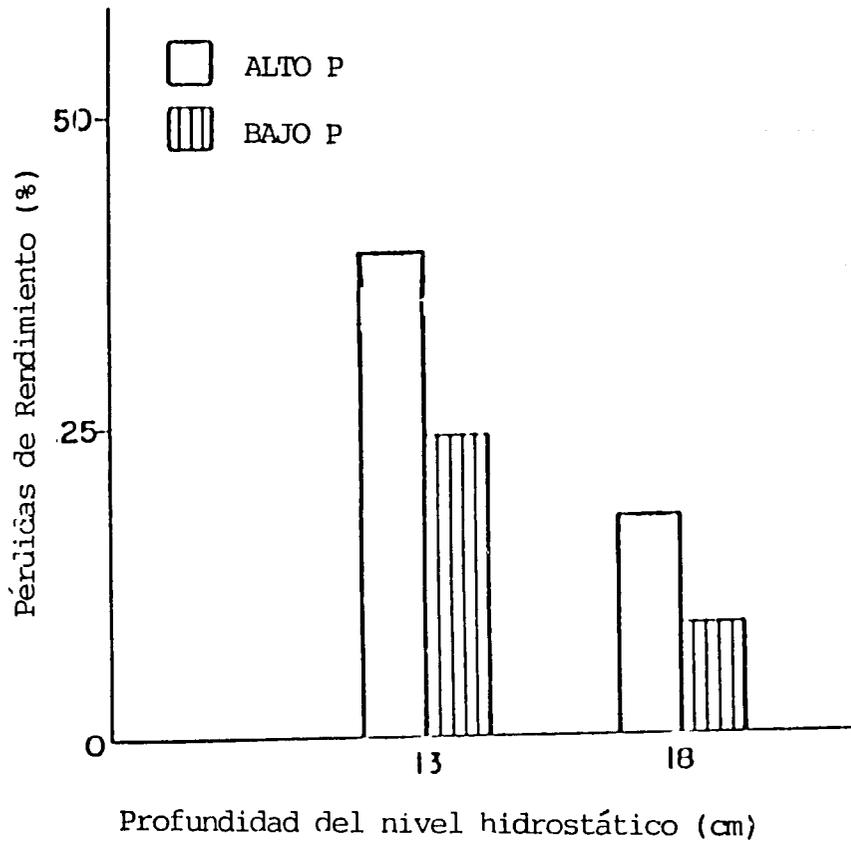


Figura 8: Pérdidas de rendimiento de frijol según lo afectan diferentes profundidades del nivel hidrostático.

Table 1. Rendimiento y componentes del rendimiento del frijol según lo afectan las diferentes duraciones de inundación durante el estado del primer trifolio.

Trata- miento (hrs)	Rendimiento g/planta	Peso 100 granos (g)	Vainas/ planta	Número semillas/ vaina	Raíz Extract. g/planta	Indice Cosecha
0	4.3	13.3	7.3	4.7	1.5	0.47
6	4.0	15.3	5.3	5.0	1.6	0.50
12	4.1	14.8	5.7	4.7	1.8	0.52
24	3.2	12.7	5.0	4.3	1.3	0.46
36	3.3	15.4	5.3	4.3	1.1	0.50
48	3.2	15.4	5.3	4.0	1.2	0.50
72	3.0	15.3	4.3	4.3	0.7	0.47
LSD (5%)	0.5	2.0	0.9	0.9	0.2	0.06
CV (%)	8.5	7.6	9.6	11.1	10.2	6.4

Cuadro 2. Rendimiento y componentes del rendimiento del frijol según lo afectan las diferentes duraciones de inundación durante el estado de primera floración.

Tratamiento (Hrs)	Rend. g/planta	Peso 100 granos (g)	Vainas/ planta	Número semillas/ vaina	Raíz Extract g/planta	Indice Cosecha
0	5.3	17.1	7.3	4.7	1.5	0.51
6	5.0	14.7	6.3	4.7	1.7	0.51
12	4.2	14.5	6.3	4.3	1.4	0.48
24	3.4	12.2	6.3	4.0	1.3	0.38
36	2.6	10.8	5.0	4.3	1.0	0.33
48	2.1	10.9	4.0	5.0	1.1	0.29
72	0.1	0.3	1.7	0.7	1.0	0.01
LSD (5%)	1.2	4.5	1.9	1.6	0.4	0.17
CV (%)	20.9	21.8	19.9	22.2	19.2	26.0

Cuadro 3. Parametros de crecimiento de la planta de frijol según la afectan las diferentes duraciones de inundación durante el estado de tercer trifolio. Muestras tomadas 2 semanas despues de finalizar el tratamiento.

Tratamiento (hrs)	Altura Planta (cm)		Area Foliar (cm ² /Planta)		PESO SECO G/PLANTA											
	IN.*	TE.**	IN.	TE.	HOJAS		PECIOLOS		TALLO		PARTE AEREA		RAIZ			
					IN.	TE.	IN.	TE.	IN.	TE.	IN.	TE.	IN.	TE.		
6	43.3	50.3	547	618	2.09	2.24	0.48	0.56	0.87	0.95	3.44	3.75	0.96	0.89		
12	43.3	50.3	364	618	1.67	2.24	0.36	0.56	0.70	0.95	2.73	3.75	0.78	0.89		
24	40.3	63.7	268	546	1.22	2.46	0.26	0.71	0.61	1.07	2.10	4.24	0.67	0.93		
35	34.3	63.7	230	546	1.11	2.46	0.23	0.71	0.51	1.07	1.80	4.24	0.51	0.93		
48	26.7	55.0	184	544	1.00	2.59	0.23	0.82	0.52	1.17	1.75	4.57	0.51	0.90		
72	26.0	55.0	110	544	0.77	2.59	0.14	0.82	0.44	1.17	1.39	4.57	0.37	0.90		
LSD (5%) INUND.	5.1		83		0.22		0.07		0.08		0.27		0.10			
LSD (5%) DURACION	3.0		48		0.13		0.04		0.05		0.32		0.06			
CV (%)	9.3		16		10.36		11.74		8.33		8.38		10.80			

* IN. = Inundación

** TE. = Testigo

Quadro 4. Parametros de crecimiento de la planta de frijol según la afectan las siguientes duraciones de inundación durante el estado de floración. Muestras tomadas 2 semanas después de finalizar el tratamiento.

Tratamiento (Hrs)	Altura planta (cm)		Area foliar (cm ² /Planta)		Peso Seco (g/planta)											
	IN.*	TE.**	IN.	TE.	Hojas		Pecíolos		Tallo		Vaina		Parte Aérea		Raíz	
					IN.	TE.	IN.	TE.	IN.	TE.	IN.	TE.	IN.	TE.		
6	109.3	115.3	836	1010	4.05	4.15	1.65	1.54	2.61	2.55	2.40	2.93	10.80	11.22	1.41	1.80
12	101.3	115.3	892	1010	3.92	4.15	1.64	1.54	2.64	2.55	2.80	2.93	11.06	11.22	1.33	1.80
24	107.0	106.3	916	941	3.84	4.14	1.63	1.66	2.60	2.47	2.89	3.03	11.01	11.37	1.32	1.85
36	97.3	106.3	616	941	2.75	4.14	1.36	1.66	2.48	2.47	1.87	3.03	8.50	11.37	0.98	1.85
48	97.7	117.7	541	862	2.02	3.86	1.12	1.56	2.23	2.57	1.92	4.01	7.35	12.05	1.00	2.00
72	101.3	117.7	126	862	0.85	3.86	0.95	1.56	1.94	2.57	0.30	4.01	3.99	12.05	0.80	2.00
LSD (5%) Inund.	9.5		97		0.29		0.10		0.20		0.53		0.15		0.19	
LSD (5%) Duración	5.5		56		0.17		0.06		0.11		0.31		0.54		0.11	
CV (%)	7.4		10		7.02		6.15		6.80		16.56		4.45		10.35	

* In. = Inundado

** Te. = Testigo

Cuadro 5. Efecto de diferentes profundidades del nivel hidrostático y de los niveles de fósforo en el rendimiento y los componentes del rendimiento.

Profundidad Niv. Hidrost.	Nivel de fósforo	Rend. grano g/planta	Peso 100 granos	Vainas planta	Granos vaina	Peso Seco Raíz	Indice Cosecha
23		8.39	21.09	9.2	4.3	3.52	0.56
18	Alto Fósforo*	6.89	23.96	7.9	3.7	3.12	0.55
13		4.75	25.97	5.1	3.8	2.38	0.49
23		5.73	22.67	6.6	3.8	2.30	0.58
18	Bajo Fósforo**	5.23	23.64	5.4	4.1	1.89	0.60
13		4.33	24.23	4.8	3.7	1.71	0.60
LSD (5%)		0.80	2.17	1.6	0.6	0.54	0.34
CV (%)		8.82	5.97	16.0	10.6	14.22	0.31

* 6 g Superfosfato Triple/Maceta

** 2 g Superfosfato Triple/Maceta

Tabla 6. Efecto a diferentes profundidades del nivel hidrostático y de los niveles de fósforo en los componentes de rendimiento del frijol en los Estados de tercer trifolio (V4), Floración (R6) y llenado de vainas (R8).

Profundidad Niv. Hidrost. (cm)	Nivel Fósforo	Altura Planta (cm)	Hoja (cm 2/ Planta)	PESO SECO (g/planta)				Parte Aerea Total
				Hoja	Pecíolo	Tallo	Vaina	
Estado de Tercer Trifolio								
23	Alto Fósforo*	14.4	270	0.93	0.17	0.24	-	1.34
18		17.8	436	1.40	0.26	0.31	-	1.97
13		18.1	428	1.40	0.26	0.32	-	2.00
23	Bajo Fósforo**	19.1	242	0.77	0.16	0.20	-	1.13
18		19.8	278	0.84	0.19	0.22	-	1.25
13		21.5	222	0.69	0.15	0.19	-	1.03
LSD (5%)		1.5	61	0.21	0.05	0.06	-	0.31
CV (%)		5.3	13	13.32	16.55	16.60	-	13.75
Floración								
23	Alto Fósforo*	36.2	1570	4.36	1.42	2.75	-	8.53
18		42.3	1493	4.31	1.29	2.68	-	8.27
13		35.8	1114	3.22	0.94	2.38	-	6.54
23	Bajo Fósforo**	28.7	1032	2.73	0.79	1.28	-	4.80
18		32.8	888	2.05	0.67	1.18	-	3.91
13		27.9	745	1.95	0.53	0.95	-	3.43
LSD (5%)		4.2	209	0.53	0.18	0.44	-	1.06
CV (%)		8.0	12	11.15	12.24	15.20	-	11.66
Estado de llenado de vainas								
23	Alto Fósforo*	69.8	1084	3.48	1.18	4.06	3.91	12.84
18		72.8	1190	3.80	1.38	4.79	3.91	14.28
13		67.0	711	2.34	1.08	4.26	3.82	11.75
23	Bajo Fósforo**	51.6	447	1.70	0.90	2.47	2.32	7.47
18		46.0	395	1.44	0.53	1.97	1.85	5.89
13		45.2	299	1.17	0.46	1.91	1.62	5.24
LSD (5%)		11.6	487	1.48	0.40	0.49	1.38	2.86
CV (%)		12.8	46	41.26	28.34	9.88	30.84	19.42

* 6 g Superfosfato triple/maceta

** 2 g Superfosfato triple/maceta

I. ECONOMIA Y CIENCIA SOCIAL

1. América Latina

La sección de Economía de Fríjol proporciona pautas socio-económicas para el desarrollo y difusión de tecnologías. Estas pautas se refieren a decisiones estratégicas dentro del programa (e.g. mejoramiento versus agronomía), así como decisiones dentro de secciones específicas dedicadas a la investigación. La sección mide además el grado de éxito obtenido con nueva tecnología. Para hacerlo, la sección de Economía de Fríjol concentra sus esfuerzos de investigación en tres actividades básicas:

- Documentación sobre adelantos en la producción y consumo de fríjol seco en el tercer mundo.
- Diagnóstico del sector frijolero de diferentes países. La sección trata de definir zonas objetivo para investigación en base a la importancia de la producción, la capacidad para realizar investigación sobre problemas específicos de producción, y la repercusión potencial de investigaciones exitosas. La sección trabaja también en el diagnóstico específico de problemas de producción de fríjol dentro de regiones y en el establecimiento de una retroalimentación más eficiente de agricultor a investigador.
- Seguimiento de la liberación, distribución y medición del impacto de nueva tecnología. Mediante el estudio del éxito de nueva tecnología, la sección espera poder definir objetivos de investigación futuros así como proporcionar sugerencias para mejores estrategias de liberación.

La investigación es altamente descentralizada ya que las formas de investigación en algunas zonas de América Latina son muy específicas, y solo pueden desarrollarse en el sitio mismo. Durante los últimos tres años la sección ha mantenido dos investigadores en Centroamérica y ha emprendido considerables esfuerzos en Perú y Brasil, donde se planea establecer investigadores de planta para un futuro cercano.

La capacidad de investigación en la sede principal se usa para documentar los avances en la producción y consumo de fríjol en el tercer mundo, para desarrollar metodologías que se puedan aplicar en las regiones objetivo, para ayudar a los investigadores con sede en el exterior en problemas específicos (por ejemplo aceptación por los consumidores) y para procesar los datos que se obtienen en los diversos países/regiones.

Los temas en Economía de Fríjol que han recibido la mayor parte del esfuerzo son:

- La medición del impacto de nueva tecnología en Centroamérica y otras áreas de interés. Una evaluación conservadora lo

estimó en 23 millones de dólares por año durante 1985. La sección ha venido recalcando que la aceptación por parte de los consumidores es en sí misma un objetivo de investigación y actualmente se incluyen como parte del proceso de investigación evaluaciones de variedades por consumidores antes de la liberación.

- Se han realizado esfuerzos considerables para estudiar el aspecto de equidad-versus impacto global. La conclusión debe ser que la tecnología de frijol puede ser dirigida hacia agricultores pequeños en vez de a los agricultores grandes, pero a menudo al costo de una reducción de los beneficios al consumidor. Como América Latina está muy urbanizada, estos costos pesan en gran medida en el equilibrio de los beneficios totales de la tecnología.
- En los próximos años empezará a recibir atención especial el diseño de estrategias apropiadas de liberación varietal. Una estrategia de liberación varietal debe incluir publicidad, disponibilidad de semilla, trabajo de extensión y apoyo de mercado y crédito. Esto comprende colaboración interinstitucional, coordinación política y un mucho mejor conocimiento de los mercados. Se espera que este mejor entendimiento del proceso de liberación mejore el potencial de impacto de las variedades nuevas.
- La sección comenzará también a estudiar la interacción entre variedades y prácticas culturales. Los beneficios de ciertas variedades se pueden aumentar mediante la adaptación de ciertas prácticas culturales. La introducción de una nueva variedad acompañada con prácticas culturales apropiadas para diferentes sitios ayuda a ampliar el área de posible adopción de una variedad nueva y en consecuencia su impacto potencial.
- Potencial de la habichuela. Se está investigando el potencial económico de la habichuela en el mundo en desarrollo.

Estudios de Producción

Después de terminar los estudios de adopción en zonas objetivo primordiales de Guatemala y Costa Rica, la atención se ha cambiado al estudio de otras regiones. Estos estudios son de naturaleza diagnóstico/evaluativa, que describen y priorizan problemas de investigación, mientras miden simultáneamente la penetración de materiales liberados originalmente en otras zonas, en las nuevas áreas.

Basados en metodologías desarrolladas en el proyecto de investigación participativa del CIAT se han comenzado a ensayar métodos de investigación que involucran los agricultores. Esto con el fin de mejorar el entendimiento sobre las necesidades

tecnológicas de ellos, agilizar la retroalimentación y complementar el trabajo de la sección de investigación en fincas.

GUATEMALA

Se ejecutó una encuesta diagnóstica en la parte Nordeste de Guatemala, en el departamento de El Peten. Esta región recientemente colonizada tiene una alta precipitación y las temperaturas se aproximan a los límites superiores para la producción de frijol, mientras los suelos son poco profundos, estériles y susceptibles a la erosión. Aproximadamente 43,000 hectáreas de frijol se siembran en la región. La mayoría de los colonizadores vienen del sudeste del país, una zona tradicionalmente productora de frijol. En un alto grado, estos colonizadores han copiado en El Peten la tecnología de producción de frijol del sudeste. En consecuencia variedades que se introdujeron para el sudeste también se hallan en El Peten. En un estudio de aceptabilidad más de la mitad de los agricultores gustan de la arquitectura, el potencial de rendimiento y la resistencia a las enfermedades de la variedad ICTA-Tamazulapa.

La precipitación excesiva es la limitación principal para la introducción de variedades que se desarrollaron para otras partes del país. Algunos agricultores consideraron que ICTA-Tamazulapa no fué suficientemente tolerante a la precipitación alta. Debido a la humedad alta, el almacenamiento de semillas durante el año es muy difícil. La práctica mas común consiste en adquirir semilla de conductores de camiones que vienen del sur. La disponibilidad de semilla está determinada por cosechas en otras partes del país y por los contactos con estos conductores de camión. El mejoramiento de la distribución de semillas tendría una repercusión grande en la producción de frijol en la región.

En contraposición al sudeste de Guatemala, la producción en El Peten se está realizando principalmente con el sistema "tapado". Después de sembrar al voleo en el barbecho, se tumba este. Las plantas de frijol surgen encima del barbecho después de un corto tiempo. En las condiciones existentes, este "sistema" tapado forma un sistema de producción de frijol eficiente y ecológicamente equilibrado, debido a que evita la erosión de los suelos poco profundos, el contenido de materia orgánica mejora, y sólo una cantidad mínima de minerales se pierde por corte del barbecho. Como se muestra en el Cuadro 1, los costos de producción en el sistema "tapado" son inferiores a los de sistemas de producción con preparación formal de tierras y desyerba (sistema de "postura"). En ambos sistemas la rentabilidad es alta, lo que señala que la producción de frijol en El Peten probablemente se continuará ampliando.

COSTA RICA

En Costa Rica se analizaron los costos de producción para diferentes sistemas de producción. Tradicionalmente la mayoría del frijol se cultivaba en el "sistema" tapado, pero como

consecuencia de la introducción de variedades mejoradas, las siembras en sistemas con preparación más formal de la tierra y desyerba ("espeque") han aumentado. Ultimamente el fríjol se ha producido también en un sistema semi-mecanizado (Cuadro 2). En este sistema la tierra se prepara con tractor, las fumigaciones son efectuadas a mano o por tractor, hay una desyerba manual y la cosecha se efectúa manualmente.

El aumento del sistema semi-mecanizado es explicado por el alto precio del fríjol en Costa Rica. Actualmente, el fríjol se paga a alrededor de EE.UU. /600 por tonelada, mientras que la producción de algodón o la de ganado bovino se tornan rápidamente menos atractivas por enfermedades y problemas de mercado.

A través de la disponibilidad de variedades mejoradas y la existencia de precios de sustentación atractivos, Costa Rica se ha convertido en un productor de excedentes de fríjol. Mediante reducción del precio de sustentación del fríjol el gobierno podría transferir al consumidor parte de los beneficios de la tecnología mejorada de producción de fríjol. Actualmente el gobierno de Costa Rica está reduciendo lentamente el precio de sustentación y también considerando otras medidas para reducir los excedentes de fríjol (restricciones crediticias).

Sobre una base de costos totales, la producción semi-mecanizada es más eficiente, a un costo de EE.UU. \$0.40 por kilo (Cuadro 3). Los sistemas "tapado" y "espeque" tienen costos de producción alrededor de 10% mayores. Los costos de producción el sistema semi-mecanizado son bajos porque los rendimientos son considerablemente mayores que en los otros sistemas. El Cuadro 3 indica que los rendimientos se duplican de "tapado" a "espeque", y son nuevamente un 30% mayores en el sistema semi-mecanizado. Por medio de los rendimientos mayores el sistema semi-mecanizado compensa sus altos costos de producción por hectárea.

El Cuadro 3 indica que la estructura de costos es muy diferente para los tres sistemas. Mientras que en "tapado" y "espeque", la mano de obra es el elemento de costo más importante, los costos de maquinaria son más importantes en el sistema semi-mecanizado. En el "espeque" y el semi-mecanizado, los costos de insumos son el segundo componente más importante. En el sistema "tapado" los costos de insumos son muy limitados y el costo de tierra (a menudo un costo imputado, no un costo real) se convierte en el segundo elemento de costo más importante.

La diferencia en la estructura de costo tiene consecuencias para el impacto de las posibles reducciones de precio. El costo de la tierra y los costos de mano de obra no significan gasto para el agricultor, si la tierra y la mano de obra son propias. Si se asume que los costos de tierra son cero, ya no es el sistema semi-mecanizado el que tiene la mejor relación ingreso/costos, sino el sistema "tapado". Si los costos de mano de obra también se asumen cero, la relación ingreso/costo para el

sistema semi-mecanizado sería considerablemente peor que para el sistema "espeque".

Esto sugiere que el sistema semi-mecanizado es menos capaz de aceptar reducciones de precio. Si el gobierno de Costa Rica redujera lentamente los precios de sustentación al fríjol, la importancia relativa del "sistema" tapado bien puede aumentar a medida que la producción semi-mecanizada se reduce.

PERU

Dentro del marco de un curso de tres etapas de investigación a nivel de finca se emprendió un estudio diagnóstico de la producción de fríjol en todo Perú. La colección de datos fué realizada por funcionarios del INIAA que participaron en el curso, mientras que el procesamiento y análisis de datos fué un esfuerzo conjunto de CIAT/INIAA. Los resultados del estudio se usaron para tres fines: se planearon y ejecutaron experimentos a nivel de finca; se discutieron los datos en la reunión del programa nacional de leguminosas del INIAA; se desarrolló un plan de investigación económica sobre la producción de fríjol en Perú con el programa Agro-Económico del INIAA.

Los resultados de este diagnóstico nacional sugieren firmemente que el mejoramiento de la producción de fríjol necesita un enfoque diferente en las regiones de la Costa que en la "Sierra" (región montañosa). Como se señala en el Cuadro 4, las diferencias no sólo incluyen problemas actuales de germoplasma y producción, sino también arreglos de mercadeo, disponibilidad de semilla y uso de insumos.

En la costa peruana la mayor parte de la producción tiene lugar en monocultivo intensivo, altamente protegido por insumos químicos. Los agricultores están muy orientados hacia el mercado como se puede apreciar por el número de ellos que compra semilla y obtiene crédito o por el bajo porcentaje de agricultores que producen solamente para el consumo familiar. Las altas frecuencias de fumigación para proteger el valor del cultivo son de efectividad dudosa. Los niveles de rendimiento son apropiados y el foco principal del mejoramiento de fríjol en esta zona debe ser la reducción en costos.

En los altiplanos, el fríjol se cultiva por un tipo de agricultor completamente diferente. Este agricultor a menudo está aislado del mercado, siembra áreas pequeñas y considera el fríjol como un cultivo para consumo en la finca, con un posible excedente comercializable en años buenos. El potencial para las variedades mejoradas parece mas promisorio en esta zona. El impacto de dichas variedades dependerá fuertemente de la distribución de semilla, disponibilidad de crédito y mecanismos de mercadeo del fríjol.

Investigación participativa

En Colombia se evaluaron líneas promisorias de fríjol y de habichuela en experimentos con participación de agricultores. Estos experimentos recalcaron el manejo agronómico tradicional, al grado que los agricultores podían sembrar de la manera que más les gustara. Se hicieron visitas a los agricultores cada quince días, para evaluaciones conjuntas del comportamiento varietal, y para registrar los tratamientos aplicados por el agricultor. En el caso de la habichuela los rendimientos no se midieron mediante pesaje, pero se preguntó al agricultor su opinión acerca del rendimiento.

Estos experimentos no pretenden obtener datos detallados sobre el comportamiento de las nuevas líneas, sino proporcionar información sobre las características que los agricultores consideran relevantes, al evaluar nuevas variedades. Esto puede ayudar al programa a desarrollar tecnologías que sean mejor adaptadas a los conceptos del agricultor y puedan dar indicaciones sobre estrategias óptimas de liberación.

En el primer semestre se sembraron cinco experimentos en Dagua, Valle del Cauca, en los cuáles se evaluaron 35 variedades de habichuela. Este número demostró ser alto y en consecuencia en el segundo semestre se redujo el número de líneas. En el segundo semestre se sembraron 10 ensayos de habichuela con 10 variedades cada una, y 9 ensayos de fríjol, unos con cuatro líneas (seis experimentos) y otros con siete líneas (tres experimentos).

La aceptabilidad comercial resultó ser el criterio determinante en las evaluaciones del agricultor. Los agricultores recogieron la semilla de las variedades altamente comercializables y la almacenaron hasta la próxima cosecha.

La resistencia a la roya y el rendimiento fueron apreciados por los agricultores, pero la resistencia observada no hizo que los agricultores cambiaran sus prácticas de fungicidas. El establecimiento rápido y vigoroso del cultivo fue otro factor de importancia. Algunas líneas germinaron mal y se descartaron por ese motivo.

Una limitación en la organización de estos experimentos fue la imposibilidad de adaptar prácticas culturales a las nuevas variedades. Se espera que combinando las experiencias de los agricultores y las de los investigadores en la experimentación con prácticas culturales, la ventaja de las variedades mejoradas se pueda expresar plenamente. Las evaluaciones varietales del próximo año estarán seguidas por experimentos en prácticas culturales, para comprender si esto pueda cambiar las percepciones y los requerimientos de los agricultores con respecto al germoplasma mejorado de fríjol.

Colombia: Caracterización de fincas productoras de fríjol

En el oriente de Antioquia se realizó una encuesta para caracterizar la producción de fríjol dentro del contexto global de la finca. La encuesta no solo incluyó parámetros de producción sino también parámetros de hogar y de consumo. La encuesta trata de interpretar la influencia de la tecnología de producción en el contexto doméstico.

La primera clasificación de fincas se hizo con un análisis de factores. Para las 213 fincas incluidas en la encuesta, seis variables explicaron el 70% de las diferencias en 19 características originales. Las variables preponderantes se identificaron como: acceso al mercado, capacidad de producción, nivel de educación, disponibilidad de mano de obra, tamaño del hogar y uso de créditos. Se tratará el efecto de las tres primeras en algunas características agrícolas. El acceso al mercado resulta ser un factor importante y determinante en la producción (Cuadro 5). El área sembrada en fríjol, así como la intensidad de producción, aumenta con el acceso al mercado. Sin embargo, en el grupo con el mejor acceso comercial, el fríjol pierde importancia y cultivos más intensivos como frutas y hortalizas dominan los sistemas de producción. El acceso al mercado tiene también un efecto sobre el grado en que las mujeres participan en actividades generadoras de ingresos. El trabajo en y fuera de la finca aumenta con el acceso al mercado. Sin embargo el acceso al mercado no afecta los niveles de nutrición.

El nivel educativo de la familia afecta la intensidad de producción de fríjol. Producción intensiva de fríjol se halló más a menudo entre familias educadas. La educación ejerce también un efecto positivo en el trabajo femenino fuera de la finca. Educación mejora la capacidad de generar ingresos al permitir el uso de métodos de producción más intensivos y al aumentar las oportunidades de empleo fuera de la finca. La mejor educación también se expresa en una nutrición mejor.

La capacidad de producción de la finca tiene una influencia positiva en el área sembrada de fríjol, pero no se correlaciona con la intensidad de producción. El trabajo femenino fuera de la finca está relacionado negativamente con la capacidad de producción. En fincas con recursos suficientes la necesidad de trabajar las mujeres fuera de la finca se reduce fuertemente. La capacidad de producción afecta en una manera altamente positiva el nivel nutricional. Mientras que la disponibilidad calórica es muy baja en el estrato con menor capacidad, es más que suficiente en el grupo con mayor capacidad de producción. También se debe anotar que la disponibilidad proteica es más que suficiente en todos los grupos.

El oriente antioqueño es una zona bien desarrollada con buena infraestructura. Sin embargo todavía se encuentra que agricultores con buen acceso al mercado dependen en un alto grado del consumo de productos de la propia finca. Los conceptos de

los agricultores respecto al consumo de fríjol dentro de la finca seguirán siendo criterio importante de adopción aunque los agricultores produzcan principalmente para el mercado.

La capacidad de producción se correlaciona negativamente con el trabajo femenino fuera de la finca. Esto sugiere que la mejora de la capacidad productiva de los pequeños agricultores a través de nuevas tecnologías de fríjol, puede conducir a una reducida participación de las mujeres en el mercado de trabajo. El tiempo extra que la mujer pasará en el hogar se puede interpretar como un beneficio social para muchas familias.

Estudios de Consumo

Durante los últimos cuatro años se realizaron estudios de aceptabilidad del consumidor en Colombia, Perú, República Dominicana y Honduras. Estos estudios estaban inicialmente orientados hacia el desarrollo de metodologías y después hacia la validación por los consumidores de variedades nuevas.

Las preferencias en todos estos países están firmemente centradas hacia tipos de granos disponibles en el mercado (ver Cuadro 6). Esto es cierto principalmente para consumidores adinerados que adquieren el fríjol que más les gusta. Los consumidores pobres a menudo no adquieren el fríjol que prefieren, sino el que es más barato. Existe la inquietud de entender hasta qué grado las preferencias han definido la oferta o la oferta ha definido las preferencias. Parece que la disponibilidad constante de tipos no preferidos de fríjol puede cambiar las actitudes del consumidor, como se muestra en el caso de pintos importados en la República Dominicana o de tipos de grano rojo pequeños importados a Colombia. Con respecto a la liberación de variedades nuevas, la pregunta es si el descuento que se necesita para conseguir acceso a los consumidores, se compensa con más bajos costos de producción. En ese caso, los consumidores pobres serán normalmente los primeros en comenzar a adquirir variedades nuevas.

La aceptabilidad del fríjol no solo depende de la apariencia y del tipo de los granos secos antes de cocinar. En Honduras y la República Dominicana, los consumidores prefieren tiempo corto de cocción y buscarán tipos de granos de apariencia fresca. Las semillas que permanecen duras después de la cocción demeritan fuertemente la preferencia por un cierto tipo de fríjol. En Colombia el color del caldo y la capacidad de absorción de agua influyen en la aceptabilidad.

Las diferencias en los criterios de aceptabilidad son determinadas por los hábitos de cocción. Como los consumidores de Honduras y República Dominicana no remojan los frijoles, el fenómeno de dureza para la cocción es una importante consideración de calidad. Como muchos consumidores colombianos usan olla a presión, el tiempo de cocción es menos importante. Como los consumidores hondureños a menudo muelen el fríjol,

prefieren una cáscara delgada y blanda. El Cuadro 6 muestra la interacción de hábitos de cocción y preferencias de calidad para aquellos países donde se hicieron los estudios de aceptabilidad del consumidor.

7. Potencial económico de la habichuela en el mundo en desarrollo

El Programa de Fríjol del CIAT comenzó en Marzo un estudio acerca de la importancia de la habichuela en el mundo en desarrollo para orientar la futura investigación de CIAT en el mejoramiento de la habichuela.

El énfasis inicial ha sido en la recolección y análisis de datos secundarios así como la implementación de estudios de caso. Los resultados preliminares de los estudios de caso realizados en colaboración con los programas nacionales de Taiwán, Filipinas, Indonesia, Brasil, Colombia, Costa Rica y Rwanda muestran que la mayoría de los cultivadores de habichuela tienen limitado acceso a la tierra. En Taiwán, por ejemplo, las zonas sembradas son medidas por décimos de hectárea. Un agricultor que tenga 0.4 hectárea en habichuelas sería un productor grande en este país. La mayoría de los cultivadores de habichuela tienen instalaciones de riego. Esto permite una planificación precisa de la producción y en consecuencia un mejor control del mercadeo. Las habichuelas se cultivan con mayor frecuencia en zonas con acceso privilegiado a los mercados urbanos. En países con cantidades grandes de tierras en ladera y altiplanos, la disponibilidad de tierra no es una limitación a la producción de habichuelas. En países con pocas tierras elevadas como Indonesia y las Filipinas, las habichuelas encuentran una competencia intensa de otros cultivos que necesitan climas similares. Si el valor agregado de estos cultivos es mayor, como es el caso de las flores, las habichuelas podrían ser eliminadas de la producción.

Búsqueda Bibliográfica

En colaboración con la Unidad de Comunicación y de los Servicios de Información de CIAT, se comenzó una búsqueda bibliográfica de habichuelas. Se ha reevaluado la información existente dentro del centro de información de CIAT, y se produjo una bibliografía preliminar en habichuelas. Se les han preguntado a más de 140 institutos en el mundo si tienen artículos disponibles; y se emprendió una búsqueda por computador.

Análisis econométrico de mercadeo y consumo de habichuelas

Para Brasil y Colombia se obtuvieron y analizaron datos detallados sobre mercadeo y consumo. Los márgenes de mercadeo son normalmente muy altos, más de 50% del precio final al consumidor. Ni en Brasil ni en Colombia, se pudo distinguir estacionalidad en oferta y precios. Los precios fluctúan a través del año, pero de una manera muy irregular. La

disponibilidad durante todo el año, la ausencia de período específicos con precios bajos y otros con precios altos reducen la factibilidad de usar el procesamiento (envasado o congelamiento) como un mecanismo de almacenamiento.

Para aquellos países donde hubo datos las habichuelas son una hortaliza costosa. Se hallaron elasticidades precio de 0.4 (corto plazo, Brasil) y 0.8 (largo plazo, Colombia). La elasticidad precio de largo plazo para Colombia sugiere que las reducciones en los costos de adquisición, que son posibles a través de la investigación, conducirían a considerables aumentos en el consumo. Para que esta investigación sea efectiva no sólo deben trabajarse en los costos de producción sino también en los costos de mercadeo.

El consumo de habichuelas depende altamente del ingreso. En Indonesia, Brasil y Colombia, los niveles de consumo en el estrato económico más alto son ocho veces mayores que en el estrato más bajo (ver Cuadro 7 para Colombia). Los niveles urbanos de consumo son dos y media veces mayores que el consumo rural. Esto sugiere un crecimiento rápido de la demanda en el proceso de desarrollo. La producción de habichuelas tiene que aumentar a una tasa de cerca de 4 a 5% por año para que los precios se mantengan constantes.

Datos de Bogotá, la capital de Colombia, sugieren que la mayoría de los consumidores son conscientes del valor nutritivo de la habichuela. Aún los consumidores más pobres expresan la importancia de las habichuelas para un adecuado consumo de vitaminas y minerales. Con los actuales niveles de precios de la habichuela en la mayoría de los países, la contribución alimenticia del producto es limitado. La mayoría de las personas lo comen para diversificar su dieta. Si descendieran los precios, el producto ganaría importancia como una fuente alimenticia de alta calidad. A los actuales niveles de precio, sin embargo, el interés por la habichuela se justificaría principalmente por su potencial de aumentar los ingresos del pequeño productor.

Cuadro 1. Parámetros de costos de producción para sistema "tapado" y sistema "postura", El Peten, Guatemala, 1986

	<u>Sistema "tapado"</u>	<u>Sistema "Postura"</u>
Rend. (kg/ha)	666	742
Costos totales producción (US\$/ha)	97.50	131.60
% Costos mano de obra	57	69
% Costos semilla	30	21
% Costos tierra	13	10
Costos producción (US\$ per kg)	0.15	0.18
Ingreso/costos	2.30	1.91

Fuente: Datos internos, Economía de Frijol

Cuadro 2. Importancia de diferentes sistemas de producción de frijol, Costa Rica

<u>Año</u>	<u>"Tapado"</u> (%)	<u>"Espeque"</u> (%)	<u>Semi-mecanizado</u> (%)	<u>Total</u> <u>area/ha</u>
80/81	80	18	2	23,681
862/87	49	38	13	57,989

Fuente: Consejo Nacional de Producción, San José, Costa Rica

Cuadro 3. Comparación de costos de producción de los sistemas "tapado", "espeque" y "semi-mecanizado", Costa Rica 1986/1987.

	<u>Tapado</u>	<u>Espeque</u>	<u>Semi- Mecanizado</u>
Rend. (kg/ha)	513	1039	1380
Costos producción	224.43	446.3	555.2
% Costos maquinaria	-----	-----	33.7
% Costos mano de obra	52.3	43.0	16.3
% Costos insumos	10.4	33.3	28.2
% Costos tierra	33.8	17.0	15.3
% Intereses	3.5	6.5	6.5
Costos producción/kg	0.44	0.43	0.40
Ingreso bruto/costos	1.40	1.43	1.52
Ingreso/costos (costos tierra =0)	2.23	1.81	1.79
Ingreso/costos (costos tierra + mano obra = 0)	10.60	3.76	2.71

Cuadro 4. Características promedio de la producción de frijol en la Costa y Sierra del Perú.

	<u>Costa</u>	<u>Sierra</u>
Porcentaje de la Producción Nacional de Frijol	46	34
% Area en cultivo mixto	13	81
Rend. (kg/ha)	1321	400
% Agricultores que compran semilla en sitios comerciales	46	4
Tipos de semilla predominantes	amarillo brillante mediano amarillo crema mediano	Blanco blancos pequeños
Hábito crecimiento predominante	III, I	IV, I
Area sembrada con frijol/ finca (ha)	4.1	1.2
Cultivo rotacional	Arroz	
Enfermedades principales	Roya	Antracnosis Roya Mildió polvoso
Insectos principales	Minadores de hojas	Comedores de hojas (Diabrotica)
Uso de insecticida/fungicida (%)	100	35
Consumo hogareño sólo (%)	0	30
Uso de crédito (%)	72	3

Fuente: Diagnóstico de la Producción de Frijol-Perú, 1985-1986, N. de Londoño y H. de la Cruz, mimeógrafo, Septiembre 1987.

Cuadro 5. Efecto de acceso al mercado, nivel de educación y capacidad de producción de la finca en: intensidad de producción de frijol; mano de obra femenina en la finca y fuera de la finca; y nutrición.

	Acceso mercado				Estándares educación			Capacidad de producción			
	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>
Area en frijol (ha)	0.33	0.42	0.74	0.60	0.38	0.56	0.53	0.1	0.3	0.6	1.0
% en producción intensiva	0	14	58	25	26	21	39	33	33	33	30
Mano obra fem. en finca (horas/año)	614	73	41	107	39	114	60	42	54	105	82
Mano obra fem. fuera finca (horas/año)	24	40	226	188	16	8	336	278	60	78	62
Consumo energía (kcal/cap/día) (en finca)	1986	2136	1911	1962	1888	1900	2213	1505	1918	1860	2718
Consumo proteína (grms/cap/día)	93	115	102	109	94	98	122	82	106	95	135

Cuadro 6. Parámetros de aceptabilidad de grano para diferentes países.

	<u>Colombia</u>	<u>República Dominicana</u>	<u>Honduras</u>	<u>Peru</u>
Tamaño preferido grano	Grande	pequeño-mediano	pequeño	grande-mediano
Forma preferida grano	redonda	oval/redonda	oval/redonda	oval
Color	crema moteado	rojo moteado	rojo	amarillo
Tamaño comprado por ingreso bajo	mediano	mediano	pequeño	pequeño
Color comprado por ingreso bajo	rojo moteado	crema moteado	rojo	blanco
<u>Olla a presión</u> ¹	++	—	-	—
Importancia tiempo de cocción ²⁾	—	++	+	n. a.
<u>Renojo</u> ¹⁾	++	—	—	++
Semilla dura ²⁾	—	+	+	n. a.
<u>Molido</u> ¹⁾	—	++	+	++
Grosor testa	indiferente	delgada	delgada	delgada

Nota: Hábitos de crecimiento subrayados

- 1) ++ = frecuentemente
 + = a menudo
 - = a veces
 — = rara vez
 n.a. = no disponible
- 2) ++ = muy importante
 + = importante
 - = no importante
 — = muy poco importante

Cuadro 7: Consumo de habichuela en Colombia, 1981 por grupo de ingresos y grado de urbanización.

<u>Estrato ingreso</u>	<u>Urbano</u>	<u>Rural</u>	<u>Promedio</u>
I	1146	313	697
II	1973	667	1358
III	3318	1766	2768
IV	3992	2049	3546
V	5570	1869	5058
Promedio	3521	1057	2662

Fuente: DRI-PAN Food Budget Survey, 1981, Bogotá.

A. VIVEROS UNIFORMES

En sus relaciones con programas nacionales el flujo de germoplasma del Programa de Frijol opera a tres niveles:

1. Las interacciones de cada científico individualmente con colegas en cada país. El germoplasma involucrado en esta relación, no necesariamente tiene características comerciales ya que este flujo está concebido principalmente para uso en proyectos específicos. Además, la resistencia a ciertos estreses sólo se considera cuando tiene un significado específico para el proyecto en estudio.

2. El nivel de programas regionales. Esto incluye una relación cercana entre programas nacionales de una cierta zona geográfica coordinada por CIAT para complementar las investigaciones de frijol llevadas a cabo por cada país individual. Los tipos de viveros y normas en la reacción a estreses se fijan regionalmente.

3. El nivel del Programa de Frijol. Este nivel pretende coordinar las relaciones entre dos o más programas nacionales de diferentes regiones o entre científicos individuales. El flujo de germoplasma a este nivel tiene las características siguientes:

- Se distribuyen sólo líneas avanzadas que tienen características de grano comerciales.
- Las pruebas de rendimiento para distribución internacional no incluyen material susceptible a cualquiera de estas enfermedades: mosaico común, mancha angular, roya, antracnosis o añublo bacteriano común.
- Ningún material susceptible para los cinco enfermedades arriba indicadas está incluido en las Pruebas de Observación distribuidos internacionalmente si cualquiera de estas enfermedades es prevalente en la región de prueba.

Para garantizar que el germoplasma distribuido cumple estos requerimientos, el Programa de Frijol de CIAT usa un sistema de evaluación de tres etapas que consta de un número igual de viveros uniformes conocidos como el VEF, EP e IBYAN.

Primera etapa: El Vivero del Equipo de Frijol (VEF)

Los objetivos de este vivero, empezado en 1978, son:

a. Demostrar el potencial relativo y las deficiencias de selecciones avanzadas provenientes de todas las fuentes con características de grano comercial.

b. Permitir la selección de candidatos para viveros nacionales o internacionales.

c. Permitir la selección de progenitores para el mejoramiento posterior del germoplasma.

Manejo del Vivero

Las líneas por ensayar se identifican al comienzo del año y se evalúan por un año en Colombia por su reacción a las enfermedades e insectos. El rendimiento, el hábito de crecimiento, las características del grano y la duración del crecimiento también se registran. Al final del año se publica un registro detallado de las evaluaciones y la semilla de todas las líneas está preparada para distribución internacional a solicitud. El vivero entero se mantiene en reserva por dos años pero sólo los materiales no-susceptibles para cualquiera de las cinco enfermedades bajo evaluación se mantienen para la segunda etapa (EP).

Resultados del VEF de 1987 (Semestre A):

El Cuadro 1 muestra el número de introducciones que presentaron una reacción resistente o intermedia (R/I) a las enfermedades siguientes: virus del mosaico común del frijol (BCMV), añublo bacteriano común (CBB), mancha angular (ALS), antracnosis (ANT) y roya. Además, ya que el CBB y el BCMV son las dos enfermedades transmitidas por semilla más comunes presentes en las principales regiones productoras de frijol, se presentan resultados de varios materiales con reacción R/I al CBB y resistente al BCMV.

Los resultados de 1987 son una confirmación de la mayor tendencia en la producción de líneas de frijol resistente a las cinco enfermedades de frijol más comunes. Los resultados de años anteriores indican que hay ahora suficientes fuentes de resistencia combinada de enfermedades para satisfacer necesidades específicas regionales (Cuadro 2).

Segunda etapa: Pruebas Preliminares de Rendimiento (EP)

Después que se completa el VEF todos los materiales no-susceptibles son seleccionados para una fase siguiente (EP) que debe corroborar la reacción de enfermedades de las líneas seleccionadas y proporcionar una estimación de su potencial de rendimiento.

Los objetivos de este vivero son similares a aquellos del VEF con la ventaja obvia que los datos acumulados del VEF anterior más los datos de rendimiento deben facilitar una mejor selección.

Manejo de viveros:

Para el EP de 1987 no se seleccionó ninguna introducción del VEF si mostraron reacción susceptible al CBB y al BCMV. Como un procedimiento de rutina todas las introducciones de EP se someten a la misma clase de evaluación como en el VEF, excepto que en el EP, el potencial de rendimiento se estima a través de pruebas

replicadas donde los materiales se agrupan según características de planta y de grano.

Resultados del EP de 1987 (Semestre A):

De 1282 introducciones examinadas en el VEF de 1986, 380 se seleccionaron para evaluación adicional en viveros de EP; con la excepción del frijol voluble, sólo materiales resistentes al BCMV y R o I al CBB fueron seleccionados. El Cuadro 3 muestra la efectividad de la selección basada en dos enfermedades muy importantes y la manera en la cuál un número importante de materiales resistentes se está acumulando.

Las evaluaciones de rendimiento se realizaron en CIAT-Palmira y Popayan. Los materiales se organizaron en 12 pruebas según sus características de grano y planta. Los datos completos sobre la evaluación de EP de todo el año se publican anualmente. El siguiente resumen de resultados muestra la superioridad neta de los materiales derivados del proyecto de mayor potencial de rendimiento; no sólo superaron claramente a los testigos en los experimentos en qué se incluyeron, sino que también mostraron niveles de rendimientos no logrados por las mejores líneas y testigos en otros experimentos de EP realizados en la misma estación, localidad y sitio experimental (Cuadros 4, 5).

Un resumen de los resultados de años anteriores se presenta en el Cuadro 6. La evaluación de rendimientos de 1257 líneas correspondientes a pruebas de EP de los años 1984 a 1986 identificó 317 líneas como altos altos: es decir estas líneas superaron a la variedad testigo correspondiente en cualquiera de los sitios de ensayo en cualquier época. De estas 158 líneas (13% de las líneas examinadas) eran de adaptación específica a Palmira; 117 (9% de las líneas examinadas) fueron de adaptación específica a Popayan y 42 (3% de las líneas examinadas) mostraron adaptación general a ambos sitios de ensayo. El Cuadro 7 muestra el incremento de rendimiento promedio sobre los testigos de los buenos rendidores; las líneas con adaptación general mostraron un mayor rendimiento potencial que aquellas con adaptación específica ambiental. El Cuadro 8 muestra el rendimiento medio de líneas de alto rendimiento, discriminadas por sus condiciones de adaptación. El Cuadro 9 describe atributos de resistencia a las enfermedades de los 317 buenos rendidores.

Tercera etapa: Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol (IBYAN)

Las líneas para las pruebas de rendimiento replicadas uniformes se eligen del EP. Hasta 1986, las líneas se seleccionaban por su comportamiento general que comprendía una combinación de buen rendimiento, resistencia al BCMV, granos con características comerciales, y cualquier otra calidad sobresaliente. Comenzando en 1988 todas las líneas avanzadas para incluirse en el IBYAN deben mostrar reacción R o I al CBB y

a la antracnosis en evaluaciones VEF y EP y ser resistentes al BCMV. Debido a estos cambios en la selección de materiales, más el hecho que en este año las líneas experimentales empezaron a agruparse en clases comerciales, la distribución del IBYAN se mantuvo a un mínimo durante 1987 para evitar superposición pruebas con introducciones seleccionadas y clasificadas bajo diferentes normas.

Las mejores líneas basadas en los resultados de pruebas realizadas en Palmira y Popayan se muestran en el Cuadro 10. Los datos estadísticos de pruebas del IBYAN de '976-1985 presentados en el Cuadro 11, muestran que, históricamente, aproximadamente 25 a 42% de las pruebas incluyen una línea experimental que significativamente supera al testigo local. Esta situación ocurrió menos a menudo en las pruebas de frijol de semilla negra, y con mayor frecuencia en las pruebas de frijol de semilla pequeña roja. Aproximadamente 60 a 90% de las líneas (según el color de la semilla), significativamente superó al testigo en por lo menos una ocasión. Las semillas de color crema eran las que mostraban este comportamiento con menos frecuencia y el frijol de semilla roja mostraba la mayor frecuencia. Al examinar el comportamiento a través de sitios en con base en cada caso, vemos que en 5.6% de los casos las variedades de semilla negra significativamente superaron al testigo.

Los resultados completos de las pruebas de IBYAN se presentan anualmente en una publicación especial.

Cuadro 1. Reacción a enfermedades de las líneas VEF 1987.

Color grano	Total	R/I a todas enfermedades ¹	R/I to CBB R to BCMV	Clase Comercial
Blanco	258	29 (11.2%)	116 (45%)	Alubia, Navy, Panamito, GN, WK
Rojo Peq/Med	59	3 (10.3%)	6 (20.7%)	Red Mexican, Mex 80, Zamorano, etc.
Rojo Grande	40	2 (5%)	3 (7.5%)	DRK, Radical, Sangretoro
Rojo Moteado	123	44 (35.8%)	80 (65%)	Caíma, Gualí, Tundama, Pompadour
Rosa	24	2 (8.3%)	7 (29.2%)	LRK, Rosinha
Rosa Moteado	18	9 (50%)	14 (77.8%)	Andino, Flor de Mayo
Crema y Beige	15	1 (6.7%)	1 (6.67%)	Bayo Bolón, Bayo Titán, Mulatinho
Crema Moteado	61	7 (11.5%)	18 (29.5%)	Cranberry, Cargamanto, Llanogrande
Crema Rayado	30	3 (10%)	3 (10%)	Carioca, Ojo de Cabra, Pinto
Amarillo	33	0 (0%)	2 (6.1%)	Canario, Liborino
Negro	33	13 (39.4%)	26 (78.8%)	Negro
Otro	137	15 (10.9%)	124 (90.5%)	Habichuela y otras clases
	801	128 (16%)	400 (49.9%)	

¹ BCMV-CBB-ALS-ANT-Roya

Cuadro 2. Número de líneas de frijol con resistencia a cinco de las enfermedades más importantes evaluadas en viveros VEF de 1979-1986.

Enfermedades	Número de líneas	Reacción			
		R		R/I	
BCMV	6730	4980	(74%)	-	
ANT	7093	2581	(36%)	4818	(68%)
ROYA	7165	2507	(35%)	5046	(70%)
ALS	7017	1171	(17%)	5281	(75%)
CBB	7165	71	(1%)	2271	(32%)
ROYA-ALS-BCMV	6749			2669	(40%)
ROYA-ANT-BCMV	6749			2199	(33%)
ANT-ALS-CBB	6749			1796	(27%)
ROYA-ALS-CBB	6749			1488	(22%)
ANT-ALS-CBB	6749			1290	(19%)
ROYA-CBB-BCMV	6749			1102	(16%)
ROYA-ALS-ANT-CBB-BCMV	6749			617	(9.4%)

R = Resistente

I = Intermedia

Cuadro 3. Reacción a enfermedades de líneas EP 1987.

Tipo	Total	R/I a todas enfermedades ¹	R/I a CBB R a BCMV
Arbustivo- Negro	27	8 (29.6%)	27 (100%)
Rojo pequeño	31	18 (58.1%)	31 (100%)
Rojo Moteado	87	59 (67.8%)	74 (85.1%)
Blanco Peq/Med	21	7 (33.3%)	17 (81%)
Tipos Mex. & Bras.	139	127 (91.4%)	134 (96.4%)
Voluble	75	25 (33.3%)	26 (34.7%)
87 EP	380	244 (64.2%)	309 (81.3%)
1979-86 EP	1957	197 (10.1%)	

¹ BCMV-CBB-ALS-ANT-Roya

Cuadro 4. Rendimiento promedio (kg/ha) de líneas arbustivas evaluadas en Palmira, Colombia. 1987
EP-Semestre A.

Ensayo ¹	Línea	kg/ha	% relación con mejor testigo		Mejor testigo	kg/ha	Media	DMS	CV
			En ensayo	En sitio ²					
Ensayos EP con líneas de proyecto de alto rendimiento									
50 A (n = 49)	A 605	4431	158	158	IPA 7419	2803	2522	82.9	14.2
40 A (n = 36)	A 673	4157	214	148	Ojo de Cabra	1945	2786	152.4	20.1
40 B (n = 36)	A 752	4005	286	143	Bayo Titán	1401	2616	133.5	18.7
50 B (n = 25)	FEB 127	3330	164	119	Carioca 80	2036	2238	132.0	17.8
Otros ensayos EP									
20 B (n = 20)	AND 382	2649	129	94	A 21	2056	1726	107.5	16.6
25 A (n = 25)	AND 632	2612	106	93	BAT 1297	2454	1853	106.2	17.3
10 (n = 30)	XAN 108	2559	115	91	ICA Pijao	2220	1782	95.7	14.1
20 A (n = 16)	AFR 251	2299	99	82	A 21	2320	1743	129.3	17.5
30 (n = 25)	PAC 18	1970	92	70	78-0374	2139	1326	86.5	19.7
25 C (n = 20)	AND 625	1800	101	64	BAT 1297	1777	1353	111.4	17.3
25 D (n = 20)	AFR 314	1639	87	58	BAT 1297	1892	1123	104.0	24.1
25 B (n = 12)	AFR 285	1380	164	49	Calima	868	957	113.0	15.9

¹ 50 = Crema, tipo brasilero, 40 = tipos altiplano mexicano, 20 = Rojo, semilla pequeña, 25 = Rojo moteado semilla grande, 10 = Negro, semilla pequeña, 30 = Blanco, semilla mediana y pequeña.

² IPA 7419 = 100%

Cuadro 5. Rendimiento promedio (kg/ha) de líneas arbustivas evaluadas en Popayán, Colombia. 1987 EP-Semestre A.

Ensayo ¹	Línea	kg/ha	% relación con mejor testigo		Mejor testigo	kg/ha	Media	DMS	CV
			En ensayo	En sitio ²					
<u>Ensayos EP con líneas del proyecto de alto rendimiento</u>									
50 A (n = 49)	FEB 85	4322	131	1.09	IPA 7419	3295	3210	92.9	12.5
50 B (n = 25)	FEB 131	4017	110	1.02	Carioca 80	3663	3333	92.6	8.4
<u>Otros ensayos EP</u>									
25 A (n = 25)	Africa 244	3651	117	0.92	BAT 1297	3118	2892	115.0	12.0
30 (n = 25)	PAN 166	3629	92	0.92	Ex Rico 23	3955	2554	119.2	14.1
25 D (n = 20)	AFR 314	3279	87	0.83	BAT 1297	3784	2246	89.7	24.1
20 B (n = 20)	RAB 365	3150	101	0.80	A 21	3119	2232	119.2	14.2
20 A (n = 16)	AND 682	2963	101	0.75	A 21	2937	2598	159.7	14.5
10 (n = 30)	XAN 206	2783	99	0.70	ICA Pijao	2812	2132	137.0	16.8
25 B (n = 12)	AND 660	2701	113	0.68	Línea 24	2392	2362	138.7	7.9
25 C (n = 20)	RIZ 73	2513	103	0.64	BAT 1297	2449	2139	142.5	17.4

¹ 50 = Crema, tipo brasileño, 25 = Rojo moteado 30 = Blanco, semilla mediana y pequeña, 20 = Rojo semilla pequeña 10 = Negro, semilla pequeña

² Ex Rico 23 = 100%

Cuadro 6. Líneas con potencial de alto rendimiento producidas en cada tipo (Totales de tres años). EP 1984-1986.

Tipos Frijol	Número de líneas ensayadas	No. de líneas superiores en:			Total	%
		CIAT	Popayán	Ambos		
Arbustivo						
Rojo Moteado	396	53	32	2	87	(22)
Rojo Pequeño	141	45	17	5	67	(48)
Costa Pacífica	72	4	23	6	33	(46)
Blanco Pequeño	110	23	5	4	32	(29)
Tipos Mexicanos	22	10	-	3	13	(59)
Tipos Brasileños	57	3	1	-	4	(7)
Blanco Mediano	18	3	1	-	4	(22)
Negro Pequeño	114	-	3	-	3	(3)
Voluble						
Temperaturas cálidas ¹	155	17	24 ¹	22	63	(41)
Temperaturas frías ¹	172	-	11 ¹	-	11	(6)
Total	1257	158	117	42	317	
%	100%	13%	9%	3%	25%	

¹ Evaluadas en la Estación Experimental "La Selva" (2400 m.s.n.m. aprox.)

Cuadro 7. Líneas con potencial de alto rendimiento: Incremento medio en rendimiento con relación a los testigos. EP 1984-1986.

Superior en:	No. de líneas	Rend. prom. (kg/ha)	Incremento medio sobre testigos (kg/ha)
CIAT solamente	158	2334	724
Popayán	117	2433	793
Ambos sitios	42	CIAT: 2731	1515
		Pop: 3327	1342
Total	317		

Cuadro 8. Líneas con potencial de alto rendimiento. Rendimiento por tipo de frijol. EP 1984-1986.

Tipos frijol	No. de líneas	Rend., cuando es superior en:			
		CIAT	Popayán	Ambos	
				CIAT	Popayán
Arbustivo					
Rojo Moteado	87	2370	1949	2536	2372
Rojo Pequeño	67	2222	2364	2219	2705
Costa Pacífica	33	2016	2100	2016	1873
Blanco Pequeño	32	2904	1923	3074	2625
Tipos mexicanos	13	2096	-	2419	2724
Tipos brasileros	4	3657	3134	-	-
Blanco Mediano	4	2391	1423	-	-
Negro Pequeño	3	-	2789	-	-
Voluble					
Temperaturas cálidas	63	1715	2126	3789	4162
Temperaturas frías	11	-	-	-	-
Total	317	2334	2433	3123	3327

¹ Evaluados en "La Selva".

Cuadro 9. Atributos de resistencia a las enfermedades de líneas con alto potencial de rendimiento.

Atributo	No. de líneas	%
Potencial alto rendimiento	317	100
R a BCMV	269	85
R-I a ANT	229	72
" Roya	189	60
" ALS	167	53
" RUST-ANT-BCMV	125	39
" ANT-ALS-BCMV	108	34
" RUST-ALS-BCMV	102	32
" CBB	68	21
" R-CBB-BCMV	36	11
" R-CBB-ALS	36	11
" ANT-CVV-ALS	28	9
" Todas las enfermedades	19	6

Cuadro 10. Rendimiento de las líneas arbustivas sobresalientes en los ensayos IBYAN 1987 evaluadas en Palmira y Popayán. Semestre A.

Ensayo	Línea	kg/ha	Mejor testigo=100%	Media	DMS	CV	Sitio
Negro (n = 20)	NAG 46	3626	113	3046	397	7.9	Popayan
Rojo Pequeño (n = 16)	XAN 194	2459	125	1946	653	20.1	Palmira
Rojo Moteado (n = 24)	ICA 15384	3174	118	2580	484	11.4	Popayan
Rojo Moteado: Hábito II (n = 14)	PAI 26	2703	234	1591	479	17.9	Palmira
	ICA 15403	3403	137	2823	456	9.6	Popayan
Tipos Guali y Calima (n = 14)	PVA 844	3158	145	2629	706	16.0	Popayan
	PVA 844	1213	159	903	500	33.0	Palmira
Tipo Red Kidney	ZAA 105	1322	181	834	389	28.0	Palmira
	ZAA 105	3335	128	2386	705	17.7	Popayan
Blanco Pequeño: Navy	EMP 175	2559	120	1838	794	25.5	Palmira
	PAN 126	3753	102	3087	703	13.5	Popayan
Tipo Carioca	AFR 81	3540	106	2978	589	11.7	Popayan
Tipo Mulatinho	RIZ 62	3820	104	2705	828	18.2	Popayan

Cuadro 11. Rendimiento de líneas experimentales y testigos cuando las líneas superaron al testigo.
IBYAN 1976-1985.

Año	No. ensayos			No. líneas		No. casos	
	Total	Sig.	%	Total	Sig.	Sig.	%
Frijol Negro							
76	43	10	23.3	10	10	28	6.5
77	33	4	12.1	20	6	7	1.1
78	37	5	13.5	20	18	23	3.1
79	36	10	27.8	18	11	18	2.8
80	47	17	36.2	13	13	81	13.3
81	27	4	14.8	12	4	4	1.2
82	32	10	31.3	12	10	24	6.3
83	19	9	47.4	15	14	31	10.9
84	20	5	25.0	11	8	9	4.1
85	31	10	32.3	13	13	40	9.9
TOTAL	325	84	25.8	144	107	265	5.6
Frijol Rojo Pequeño							
80	28	16	57.1	8	8	46	20.5
81	10	3	30.0	7	3	3	4.3
82	16	1	6.3	7	1	1	0.9
83	14	9	64.3	15	15	41	19.5
84	11	5	45.5	11	11	29	24.0
85	19	11	57.9	14	14	65	24.4
TOTAL	98	45	45.9	62	52	185	18.6
Frijol Rojo Moteado							
81	21	7	33.3	6	6	26	20.6
82	20	2	10.0	8	3	3	1.9
83	20	8	40.0	9	9	22	12.2
84	12	8	66.7	11	11	32	24.2
85	35	9	25.7	18	18	62	9.8
TOTAL	108	34	31.5	52	47	145	11.9
Frijol Crema							
80	17	10	58.8	13	13	40	18.1
81	12	4	33.3	9	9	15	13.9
82	5	2	40.0	18	2	3	3.3
83	21	6	28.6	16	15	28	8.9
84	7	1	14.3	11	1	1	1.3
TOTAL	62	23	37.1	67	40	87	10.7

AMERICA LATINA

1. América Central y el Caribe

El proyecto de frijol de América Central y el Caribe, financiado por COSUDE, entró en una nueva etapa en 1987 a medida que los programas nacionales asumen más responsabilidad por las actividades técnicas y administrativa. El Comité Ejecutivo, compuesto de los 10 programas nacionales líderes en la región, se reunió por primera vez en Guatemala, durante la XXXV Reunión Anual del PCCMCA. Durante esta reunión, se aprobaron proyectos de investigación regional y se distribuyeron fondos para apoyar estos proyectos.

Hechos destacados de la investigación

Los principales logros en este año han sido la fuerte consolidación de redes de investigación para enfrentar los problemas regionales de enfermedades como Apion, BGMV y Mustia; y el aumento del intercambio horizontal de tecnología entre los programas nacionales. El proyecto siguió recibiendo un fuerte apoyo logístico de IICA a través de sus oficinas en cada uno de los países de la región así como en la sede. El ICTA también brindó un apoyo considerable al proyecto desde su sede en Guatemala.

Debido al progreso obtenido en el desarrollo de variedades y de germoplasma resistente al virus del mosaico dorado, el Comité ejecutivo decidió que esta enfermedad no debe considerarse más una prioridad y debe reemplazarse por un proyecto en precocidad. Este nuevo sub-proyecto será responsabilidad de Guatemala, con apoyo de México, Cuba y Nicaragua. El CBB con continuará siendo responsabilidad de Cuba, con apoyo de Nicaragua, República Dominicana y Haití. La investigación sobre Apion estará bajo la dirección de Honduras, con apoyo de Guatemala, El Salvador, y Mexico. Las actividades sobre Mustia serán coordinadas por Costa Rica, con la colaboración de República Dominicana, Panama, El Salvador y Honduras. Los científicos del Proyecto continúan su investigación en BGMV, Mustia, estudios de adopción e investigación a nivel de finca, especialmente en El Salvador.

En capacitación se sigue dando gran énfasis a los cursos sobre investigación a nivel de finca. Énfasis adicional se da a los cursos dirigidos al desarrollo de la producción artesanal de semilla para superar el cuello de botella de la calidad de semilla que a menudo es una barrera a la adopción de nuevas variedades por los pequeños agricultores. Estos cursos siempre incluyen líderes agrícolas de la comunidad. En forma similar, en la investigación a nivel de finca, el cultivador cuya tierra se utiliza siempre participa como uno de los investigadores. De esta manera los resultados son muy estimulantes.

Todos los cursos se han realizado de tal manera que se mantenga un intercambio activo entre CIAT, los programas nacionales, los capacitandos y los cultivadores. Se realizaron varios talleres sobre mejoramiento, BGMV, y Apion para evaluar el progreso reciente y para planear las futuras actividades, con base en las necesidades y habilidades de cada programa. El intercambio de personal y de materiales entre los países de la región ha aumentado notoriamente, para reforzar la naturaleza disciplinaria de los diversos sub-proyectos.

Los programas nacionales han liberado varias variedades mejoradas cuyas ventajas son familiares a los cultivadores debido a su comportamiento superior en los ensayos a nivel de finca. Entre los ejemplos se incluye a ICTA-Ostua en Guatemala, Chirripo en Costa Rica, Catrachita en Honduras, y Siboney en Cuba. Mexico, El Salvador, República Dominicana y Nicaragua tienen líneas en ensayos a nivel de finca listas para su liberación como variedades. A pesar del estrés de sequía sufrido por la mayoría de estas líneas, se observó un aumento estable del rendimiento en casi todos los ensayos.

Apion continúa siendo la plaga de insectos más importante del frijol en Mexico, Guatemala, El Salvador, Honduras, y el norte de Nicaragua, donde casi 90% de la cosecha de variedades susceptibles sufre ataques de la plaga. Este año la red de investigación realizó un taller en métodos de evaluación con el objeto de estandarizar los enfoques utilizados por los diversos programas. En este taller también se trataron criterios de selección así como estudios básicos sobre el insecto. Los resultados de varios ensayos de evaluación de progenies de cruzamientos entre progenitores tolerantes indican que la tolerancia no es sólo heredable sino que es posible superar los niveles de tolerancia de los progenitores, quizás mediante segregación transgresiva.

Siguieron los esfuerzos para mejorar el control integrado de la mustia hilachosa mediante prácticas culturales. Con base en los rendimientos promedio, se determinó que una distancia de siembra de 0.60 m entresitios era superior a un espaciamiento de 0.45 y 0.30 m. Los mayores rendimientos se obtuvieron con densidades de siembra de 200.000 plantas/ha (Cuadro 1). Los resultados superiores de esta combinación de espaciamiento y densidad son probablemente mejores por la mejor aireación e iluminación de las parcelas, lo que es desfavorable para el desarrollo de patógenos.

Además del espaciamiento, la siembra en sitios levantados produjo rendimientos superiores en 36% a los obtenidos con la siembra en tierra plana. Los mayores rendimientos fueron de Revolución 81, Huetar, Chirripo, Huasteco, ICTA Ostua, y Talamanaca. Una significativa interacción variedad x sistema de siembra mostró los mayores rendimientos en las siguientes

variedades: Chirripo (137 g/p), Huasteco (129 g/p), Revolución 81 (117 g/p), y Huetar (109 g/p).

Viveros

Se sembraron trece viveros en la región en 1987 y se seleccionaron varias líneas. Del Vivero Elite de BGMV se seleccionaron: ICTA-Quetzal, Porrillo Sintético, HT 7719-5-2-M (=Chirripo), Negro Huasteco, ICTA 883-2-M, RAB 70, ICTA 81-64, DOR 364, DOR 366, y NDDG 12440-CM (20-c). Las selecciones del Vivero Elite de Mustia fueron: HT 7716, Chirripo, Orgullosa, MUS 30, XAN 226, y RAB 48. Del Vivero Elite Nacional de Mustia, se seleccionaron: XAN 222, HT 7700-1-M, ICTA 883-2-M, RAB 377, y las líneas RZHC 13672, RZHC 13665, RAO 3, RAO 27, y A-40.

Cuadro 1. Efecto de la distancia y densidad en el rendimiento y en las pérdidas causadas por T. cucumeris.

EFEECTO	REND.	% PERDIDA
Distancia 0.60 m	68.0 a	
0.45 m	24.0 b	65
0.30 m	22.0 c	68
Densidad 200,000 pl	43.0 a	
250,000 pl	34.0 c	21
300,000 pl	38.0 b	12

Cuadro 2. Diferencias en rendimiento (g/p) y en severidad de (%) T. cucumeris en dos sistemas de siembra con 10 cultivares de frijol común.

CULTIVAR	SITIOS		NIVEL	
	REND.	SEVERIDAD	REND.	SEVERIDAD
Revolución 81	117	31	101	35
Huetar	109	28	83	40
Chirripo	138	20	49	37
Huasteco	129	24	44	42
Icta 883	64	26	41	40
Icta Ostua	62	23	37	37
Talamanca	62	27	33	45
Bat 1297	47	36	27	40
Orgullosa	28	38	22	56
	7	42	6	42
Media	76	30	44	41

2. Zona Andina

El mejoramiento de cultivares para la Zona Andina se continuó en 1987 en colaboración con los programas nacionales de Colombia, Ecuador, y Perú. Los envíos de semilla a estos países consistían de poblaciones segregantes F2 y líneas avanzadas del VEF, EP, IBYAN, y viveros internacionales de enfermedades. Un total de 572 cruzamientos se hicieron este año entre frijoles de hábitos de crecimiento arbustivo y trepadores para los tres países.

El principal objetivo del programa de mejoramiento para regiones de clima medio, en la zona Andina (1800-2800 m.s.n.m.) es la incorporación de resistencia a la antracnosis, Ascochyta, y añublo de halo a tipos de granos comercialmente aceptables. La mayoría de los cruzamientos para estas regiones son entre frijoles volubles que se siembran en asociación directa o en relevo con maíz. Para las regiones de altitud intermedia de Colombia y Perú (1000-1700 m.s.n.m.) el frijol arbustivo se cultiva generalmente en asociación (con maíz u otros cultivos) o en monocultivo, y los esfuerzos de mejoramiento se dirigen a la incorporación de resistencia a la mustia hilachosa, la mancha angular, el añublo bacteriano común, la roya y la antracnosis. Para la costa del Perú la resistencia a BCMV, roya, pudrición radicular, y nemátodos recibe la más alta prioridad.

El mejoramiento para aumentar el potencial de rendimiento en frijol arbustivo de semilla mediana y grande también se está realizando en CIAT. Principalmente, se cruzan tipos de granos aceptados comercialmente con tipos indeterminados de hábitos de crecimiento 2 y 3. Las líneas mejoradas de este proyecto ahora se están evaluando en el VEF y el EP. Las mejores líneas de estos viveros entrarán en una serie de pruebas en varias localidades para ver si el rendimiento de las variedades mejoradas es estable sobre tiempo y ambientes y se compararán estos materiales con el rendimiento de variedades tradicionales de hábito de crecimiento determinada de semilla grande.

Programa regional: Colombia

Los programas de mejoramiento de frijol voluble para Colombia se realizan en colaboración con ICA en las estaciones de investigación de La Selva, Medellín (2100 m.s.n.m.) y Obonuco, Pasto (2600 m.s.n.m.). Algunas selecciones también se realizan en Popayán (1700 m.s.n.m.) para adaptación a una temperatura más cálida.

ICA-La Selva

En ICA-La Selva, el programa de mejoramiento colaborativo se enfoca principalmente en el mejoramiento de frijol voluble cultivado en relevo con maíz. En 1987, 151 cruzamientos se hicieron para incorporar resistencia a antracnosis y Ascochyta a tipos de granos comercialmente aceptables y de alto rendimiento.

Las pruebas de rendimiento se realizaron con 94 líneas avanzadas y 3 controles locales. De éstos, 43 líneas se seleccionaron para pruebas adicionales basadas en su tipo de granos, rendimiento y resistencia a la antracnosis. Ninguna de las líneas examinadas, sin embargo, producía mayores rendimientos que Frijolica LS-3.3 (1826 kg/ha) una variedad liberada por ICA en 1985, pero la mayoría de las líneas fueron superiores en rendimiento a los otros dos controles locales: ICA Viboral (1138 kg/ha) e ICA Llanogrande (1247 kg/ha). Las mejores de estas líneas entrarán al VEF 88 y a pruebas a nivel de finca dentro de la región durante 1988.

También se realizaron estudios en las estaciones con 32 líneas elite para identificar materiales con buen rendimiento en fertilidad de suelo alta y baja. De éstos, 14 líneas (LAS L-67, 74, 79, 79, 94, 106, 109, 110, 111, 181, 210, 231, 219, 220, y 231) fueron seleccionadas como candidatas para pruebas regionales en localidades de clima medio y montañosas de Colombia (Cuadro 1). La mayoría de estas líneas elite vienen de cruzamientos con G 5702 (Cargamanto), la popular variedad local y G 12488 (ICA Llanogrande), una variedad resistente a la antracnosis.

El mejoramiento de frijol arbustivo para adaptación a altitudes intermedias y altas también se realiza en ICA-La Selva y en la estación experimental de ICA, Tulio Ospina (1400 m.s.n.m.). Actualmente 84 líneas F7 de Tulio Ospina, y 188 de La Selva han sido seleccionadas.

Líneas avanzadas de frijol arbustivo elite se evaluaron en pruebas regionales ubicadas en 33 localidades el departamento de Antioquia. La línea PVA 476, resistente a la antracnosis, tuvo rendimientos superiores al control local de los agricultores en 56% de las localidades y el tipo de granos se consideró aceptable para los requerimientos locales de mercado.

La multiplicación de semillas de PVA 476 está en desarrollo para la posible distribución de variedades.

ICA-Obonuco

En ICA-Obonuco, el principal énfasis del programa de mejoramiento colaborativo de ICA-CIAT es en mejoramiento de frijol voluble cultivado en asociación con maíz para elevaciones altas y temperaturas frías. En 1987, 102 cruzamientos se hicieron en Obonuco para incorporar resistencia a la antracnosis, Ascochyta y añublo de halo a cultivares comercialmente aceptables.

Las pruebas regionales de líneas avanzadas elite se realizaron en cuatro localidades en Nariño meridional cercanas a la ciudad de Ipiales. Cuatro líneas tenían rendimientos superiores al cultivar local de control, Mortiño, aunque las diferencias no fueron significativas (Cuadro 2). La línea TIB 3042 ha continuado mostrando adaptación y buena tolerancia a las

enfermedades importantes en la estación de investigación y en pruebas a nivel de finca, y es un candidato para distribución varietal en 1988. La línea de alto rendimiento en la prueba regional, Frijolica O.3.2, liberada como una variedad en 1986, continúa desempeñándose bien dentro de la región, es resistente a la antracnosis, añublo de halo y roya, y madura 30 días antes que Mortiño.

El principal objetivo del programa de mejoramiento de frijol arbustivo en Obonuco es obtener variedades adaptadas al clima frío que sean resistentes al añublo de halo y la antracnosis. La ventaja potencial del frijol arbustivo en esta región es su uso en rotación con otros cultivos como papa, trigo o cebada. La madurez prematura (6 meses) del frijol arbustivo comparado con el voluble (8-10 meses) permite que los agricultores obtengan dos cultivos por año. En 1987, se hicieron 13 cruzamientos de frijol arbustivo. Frijolica O.3.1, una variedad de frijol arbustivo liberada en 1986, resistente a la antracnosis y al añublo de halo, fué usado como progenitor en los cruzamientos. Otra línea Antioqui 8(II) también se usó como progenitor y continúa mostrando buena adaptación a 1700-2700 m.s.n.m. En una prueba de rendimiento realizada en Funes (2200 m.s.n.m.) en Nariño, Antioquia-8 (II) tuvo rendimientos significativamente mayores (334 kg/ha) que el control local Argentino (143 kg/ha). Esta línea también se está considerando para distribución de variedades.

Programa regional: Ecuador

El programa nacional de leguminosa de INIAP tiene dos estaciones principales de investigación ubicadas en Santa Catalina (2700 m.s.n.m.) y Cuenca (2200 m.s.n.m.). El programa ecuatoriano está compuesto por tres personas que se enfrentan a escasos recursos y personal para realizar fácilmente las pruebas. Sin embargo, poblaciones segregantes F2 y líneas avanzadas de CIAT se enviaron a INIAP durante 1986 y 1987 para evaluar y seleccionár.

Las pruebas regionales de frijol voluble de semilla roja y blanca se sembraron en 1987 en Santa Catalina y Urcuquí (Cuadro 3). E 605 (Frijolica O.3.2 en Colombia), G 8160, y ZAV 84011 líneas de frijol voluble de color rojo, se adaptaron bien a ambas localidades. E 605 está actualmente en multiplicación de semillas para posible distribución oficial.

Entre los volubles de semilla blanca, G 11780-F continúa mostrando el más alto rendimiento de los últimos dos años, y E 849 (Bolon Bayo) actualmente se está multiplicando para posible distribución debido a su alto rendimiento y tipo de granos comercialmente aceptable. Desafortunadamente, E 849 es muy susceptible a la antracnosis y es de maduración tardía.

Programa Regional: Perú

Las principales zonas de producción de Perú son las regiones costeras y de la sierra, existiendo también una región de producción menor en la selva. La producción de frijol en la región costera comprende predominantemente frijol arbustivo canario de semilla media grande (región costera de centro y meridional) y bayos (región costera del norte). El frijol arbustivo de semilla pequeña "panamito" se cultiva a menor escala, principalmente en el norte. En Perú, los tipos de granos canario tienen la mayor demanda y precio de mercado. El frijol en la costa se cultiva en monocultivo con riego y generalmente en rotación con otros cultivos, especialmente arroz. La disponibilidad de agua durante la estación normal de crecimiento del frijol en muchas zonas es escasa y como resultado los cultivos de frijol sólo pueden recibir un riego (al sembrar) durante la época de crecimiento. Por las condiciones climáticas únicas de la región costera de Perú (desierto fresco), muchas de las líneas de élite de CIAT no se adaptan a la región. El mejoramiento y las actividades de selección, en consecuencia, son llevados a cabo por el programa nacional de INIPA. CIAT asiste en proveer fuentes de resistencia a enfermedades y sequía, y en comprobar la resistencia al BCMV.

El sistema predominante de cultivo en la región de la sierra es de frijol voluble en asociación con maíz, aunque el frijol arbustivo también se puede cultivar con maíz o en monocultivo en las regiones de sierra meridionales. La mayoría de los agricultores en la sierra siembran para consumo propio y el cultivo de frijol puede recibir pocos o ningunos insumos con rendimientos correspondientemente bajos. Los principales tipos de granos son frijol grande blanco (caballeros) en el norte, y frijol grande amarillo y rojo en el sur.

Las limitaciones de producción de la región de sierra del Perú son similares en muchas maneras a las regiones de las sierras de Colombia. CIAT colabora con INIPA en el mejoramiento y selección de materiales para esta región. En 1987, se enviaron a Cajamarca para evaluación y selección, 49 poblaciones segregantes F₂. Estos cruzamientos fueron diseñados para incorporar resistencia a la antracnosis al añublo, y a *Ascochyta* a tipos de semilla grande de granos blancos, amarillos y a ñañas (frijol popcorn). También se mandaron 93 líneas avanzadas de frijol arbustivo y trepador para su evaluación y selección.

Las pruebas de rendimiento varietal se realizaron en pruebas a nivel de fincas ubicadas en el departamento de Cajamarca y sembradas en asociación con maíz (Cuadro 4). Gloriabamba, la variedad de frijol voluble liberada en 1985 por el banco de germoplasma de CIAT (accesión G 2829) continúa mostrando un mayor rendimiento en comparación con los controles locales y otros materiales promisorios en evaluación. Puebla 444 (accesión G 3410), un material de semilla blanca, también se está considerando para posible distribución varietal.

Cuadro 1. Rendimiento de líneas élite de frijol voluble seleccionadas en suelos de alta y baja fertilidad, ICA-La Selva, Colombia.

Identificación	Cruzamiento	Hábito de crecimiento	Antracnosis	Ascochyta	Peso de 100 semilla	color ¹ de la semilla	Nivel de fertilidad ²	
							Alto	Bajo
LAS LS-67	G 5702 x G 12488	4B	1	4	50.6	C/R	1132	1066
LAS LS-74	G 5702 x (G 5702 x G 5141)	4B	1	4	52.5	C/R	1342	1029
LAS LS-79	G 5702 x G 12488	4B	1	4	51.4	C/R	1238	733
LAS LS-94	G 5702 x (G 5702 x G 5141)	4B	1	4	56.6	C/R	1232	775
LAS LS-106	G 5702 x G 12488	4B	1	4	54.4	C/R	1779	975
LAS LS-109	G 5702 x G 12488	4B	1	4	55.5	C/R	1873	1002
LAS LS-110	G 5702 x G 12488	4B	1	5	57.0	C/R	1817	1204
LAS LS-111	Bolivia 17 x Bola Roja	4B	1	3	64.6	C/R	1575	1049
LAS LS-181	G 2371 x V 7918	4A	1	4	35.9	R	1144	1152
LAS LS-210	G 11821 x G 12488	4B	2	5	50.8	R	1720	1125
LAS LS-213	G 11821 x G 12488	4B	1	4	55.3	R	1714	965
LAS LS-219	G 11821 x G 12488	4B	1	5	63.7	R	1389	1140
LAS LS-220	G 11821 x G 12488	4B	1	4	65.5	R	1534	1179
LAS LS-231	G 11821 x G 12488	4B	1	4	56.2	R	1176	874
Frijolica LS-3.3	Mex. 235 x Bola Roja	4B	1	4	59.5	C/R	1793	876
LSD 5%							413	412

¹ Color de la semilla: C/R (crema con rojo moteado)

R (rojo)

² Alta fertilidad = 2.5 toneladas de gallinaza/ha y 200 kg/ha de 10-30-10.

Baja fertilidad = 2.5 toneladas de gallinaza/ha.

Cuadro 2. Rendimiento de ensayos regionales de líneas de frijol voluble cultivadas en asociación con maíz en Ipiiales (promedio de 4 localidades).

Material	Color semilla	Peso de 100 semillas	Rend. (kg/ha)	
			Frijol	Maize
Frijolica 0.3.2 ¹	Purple/cream	71.4	567	1466
TIB 3042	Red/cream	64.3	547	1594
V 8001-433	Red	64.2	521	1893
G 12592	Red/cream	61.3	467	1956
Mortiño (check)	Purple/cream	71.0	458	1437
32980-1-41	Cream/black	64.8	449	1652
G 12261	Cream/black	83.2	442	1850
Sangretoro	Red	59.7	432	1669
V 8014-424	Red	61.7	432	1794
OBO-V-26	Purple/cream	46.1	426	1637
V 8001-423	Red	52.7	416	1672
G 11806	Cream/purple	82.0	411	1719
V 8001-47	Red	65.3	397	1537
G 12716	Cream/pink	68.2	384	1632
V 8012-43 (AND 53)	Red	54.6	359	1659
Mean		63.9	442	1686
LSD 5%			133	477

¹ Variedad liberada en 1986 conocida anteriormente como E 605.

Cuadro 3. Ensayos regionales de rendimiento de frijol voluble de semilla roja y blanca en Ecuador.

Material	Volubles de semilla roja			Material	Volubles de semilla blanca		
	Santa Catalina	Urcuqui	Media		Santa Catalina	Urcuqui	Media
E 794	1877	656	1266	G 11780-F	1424	1246	1335
G 8160	1840	945	1392	E 849	1300	845	1072
V 8001-443	1826	615	1220	G 11768	1241	606	923
V 8012-43 (AND 53)	1788	464	1126	G 12667	1076	404	740
V 8001-438 (AND 39)	1573	717	1145	G 11821	1002	657	829
ZAV 84011	1528	869	1198	V 8008-427	959	385	672
TIB 2041	1504	629	1066	G 11780	835	651	743
E 605*	1500	1057	1278	V 8008-430	794	505	649
G 11820	962	643	802	Bolon Blanco*	710	568	639
TIB 1441	649	658	653	V 8008-428	297	386	341
Media	1505	725	1115	Mean	964	625	794
LSD 5%	484	227		LSD 5%	593	203	

* Testigos Locales

Cuadro 4. Ensayos varietales a nivel de finca con frijol arbustivo cultivado en asociación con maíz en el departamento de Cajamarca, Perú.

Material	Hábito de crecimiento	Cajabamba ¹		Chota		San Marcos		Cutervo	Medias	
		frijol	maíz	frijol	maíz	frijol	maíz	frijol	frijol	maíz
Gloriabamba	4A	918	3981	634	1866	1028	3007	349	732	2951
Puebla 444	4A	588	4268	475	2211	1112	3074	322	624	3184
Cajamarca 64-1	4B	548	3965	208	1873	672	2658	176	401	2832
Guatemala 1076	4A	515	3731	743	1916	674	2676	489	605	2774
ZAV 8398	4A	470	4282	445	2089	810	3271	151	469	3264
G 2333	4A	420	3166	346	1941	1383	3227	241	597	2778
PG 149 x PI 311915	4A	376	3085	216	2054	736	3075	169	349	2738
Testigo local	4A	329	3816	371	1553	897	2992	147	436	2787
V 7423-27-473	4A	295	3890	376	2026	504	3134	156	333	3017
G 10889	4A	258	4336	174	2036	791	2749	305	382	3040
V 7423-27-173	4A	245	4508	351	1,91	655	3314	179	358	3204
PG 106 x PG 154	3B	309	3977	294	2035	778	3249	361	436	3087
Línea 23	1	217	4665	360	2017	448	3211	162	297	3298
Red Kloud	1	163	4413	224	1612	550	3368	154	273	3131
Media		397		528		779		256	449	
LSD 5%		181		-		239		45		

¹ Promedio de tres localidades en Cajabamba, dos localidades en Chota, y una en San Marcos y otra en Cutervo

3. BRASIL

La participación de líneas CIAT en Pruebas de Rendimiento Preliminar (EPR) en Brasil ha disminuido con el transcurso de los años. Esto es el resultado de los menores envíos de líneas fijas a Brasil a medida que la capacidad de los mejoradores brasileños para producir sus propias líneas mejoradas avanzadas ha aumentado. En el EPR 1986-88, las líneas fijas de CIAT igualaron el 20% del total y CNPAF proporcionó 65%. La experiencia con las remesas recibidas de CIAT señala que ello sería más efectivo si los mejoradores de CNPAF-CIAT planearan conjuntamente cualquier proyecto de implementación de este enfoque nuevo, 280 poblaciones segregante se eligieron conjuntamente y se despacharon a CNPAF en 1985. Entretanto, CNPAF empezó a generar sus propias líneas mejoradas. De una combinación del proyecto de mejoramiento conjunto y del proyecto propio de mejoramiento de CNPAF, los mejoradores de CNPAF generaron más de 13,000 líneas mejoradas avanzadas. Los resultados de este proyecto de mejoramiento conjunto se verán en el próximo ciclo de EPR 1988-90. Se espera que la participación de CIAT, en el futuro, suministre las fuentes o materiales progenitores para el programa de mejoramiento y algunas líneas fijas. La misma estrategia se puede aplicar en el futuro a algunas instituciones estatales donde la necesidad de recepción líneas mejoradas del exterior del estado disminuye a medida que los programas de mejoramiento se tornan más fuertes. Estas instituciones pueden recibir la ayuda de CNPAF y de CIAT con poblaciones segregantes cuando lo soliciten. Dependiendo de su progreso, pueden también en el futuro recibir, como lo hace CNPAF, las fuentes para los programas de mejoramiento y, en menor grado, las líneas fijas.

Flujo de Germoplasma

Los 738 materiales recibidos durante 1986 se sembraron en CAM en marzo último de 1987 y se distribuyeron a las instituciones correspondientes.

Instituciones que recibieron germoplasma de CIAT:

Institución	Característica Varietal	Cantidad
EPAMIG/Minas Gerais	Blancas, semilla grande	36 líneas
EMCAPA/Espirito Santo	Arbustivos, semilla negra	44 líneas
	Volubles	102 líneas
EMPASC/Santa	1985/86 IBAT	100 líneas
CNPAF/Goias	Maduración temprana	18 líneas
	Tolerante mustia hilachosa	6 líneas
PESAGRO/Rio de Janeiro	Habichuela	236 líneas

IAPAR/Parana	Habichuela	236 líneas
IAPAR/Parana	Bajo P del suelo	11 poblaciones
EMGOPA/Goias	Habichuela	236 líneas

1. EPR (Pruebas de Rendimiento Preliminares) 1986-87

En cada grupo de color de semilla el número de introducciones de EPR tercera generación es bastante pequeño para mejor servir las necesidades de varias instituciones que pueden manejar sólo cantidades pequeñas de introducciones. Además del EPR, CNPAF, en 1987, inició el EPL (Ensaio Preliminar de Linhagen), un equivalente del VEF en CIAT. El EPL se ofreció a instituciones estatales cuyas mejores infraestructuras y capacidades de personal podían manejarlo. Este EPL se despachó a EMGOPA, EMPAMIG, y CPATB, y CNPAF espera que las líneas seleccionadas de estos viveros compondrán los EPRS futuros. Las líneas sobresalientes del EPL se pueden examinar en pruebas estatales ya que muchas instituciones usan el EPL como vivero de introducción.

Resultados Parciales:

EPR Negro

Se informa sobre nueve experimentos (seis del sur y tres del centro-oeste de Brasil). Las diez mejores líneas mejoradas avanzadas y sus controles élites y locales se muestran en el Cuadro 1. El rendimiento máximo en algunas localidades alcanzó tres toneladas/ha pero se alcanzaron promedios mayores que dos toneladas/ha para líneas mejoradas avanzadas en sólo tres localidades. AN 512573-0, AN 51574-0, 84 VAN-18, AN 512646-0, y W 22-24 fueron las líneas que más frecuentemente aparecían entre las 10 mejores.

EPR Crema

Las localidades que tradicionalmente cultivan semillas de color crema en el nordeste de Brasil sufrieron una sequía grave. Sólo dos resultados se informaron del nordeste cuando el frijol se sembró tarde en la estación (en Poco Verde/SE y Santana de Ipanema/AL). Cuando las condiciones climáticas durante la estación de crecimiento eran favorables, se obtuvieron rendimientos medios superiores a 1.5 toneladas/ha con las 10 mejores líneas mejoradas avanzadas (en Poco Verde y Ponta Grossa). Por otro lado, cuando las condiciones climáticas eran desfavorables (en Santana de Ipanema/AL y Selviria/MS), los rendimientos máximos eran menos de 600 kg/ha y otro conjunto de líneas mejoradas avanzadas apareció entre las 10 mejores líneas mejoradas avanzadas. Las líneas que más frecuentemente aparecen en las 10 mejores líneas mejoradas avanzadas son: AN 512579-0, AN 512648-0, AN 512650-0, BZ 2231-7, y BZ 2231-11.

EPR Carioca

Siete experimentos se informaron durante 1987. Las líneas mejoradas avanzadas dentro de las 10 mejores en cada localidad no siempre produjeron más que los controles elite (Carioca o A 281). El control local, como Pintado en Patos de Minas, produjo más que el mejor Carioca. Las líneas de ESAL, como ESAL 522, ESAL 514, y ESAL 511, fueron sobresalientes en condiciones de suelo cerrado mientras que AN 512537-0, AN 512558-0, AN 512561-1, AN 512678-0, AN 511661-0, y ESAL 522 fueron siempre sobresalientes en todas las localidades.

EPR Púrpura

Sólo cuatro experimentos se informaron y comprendieron las introducciones más pequeñas en el EPR. Esto refleja las dificultades en generar este color específico de semilla (púrpura claro/opaco). Algunas líneas mejoradas avanzadas de este color púrpura claro produjeron más que los testigos elite, Carioca o LM 10348. En regiones más frescas, como Patos de Minas/MG y Ponta Grossa/PR, CNF 10 superó al testigo elite, LM 10348. Las líneas AN 512737-0, AN 512852-0, TY 3361-1, TY 3364-15, y AN 511637-0 fueron sobresalientes y superaron al testigo elite, LM 10348, en muchas localidades.

Resultados de Pruebas Estatales

EPAMIG/MG

Los cuadros 5 y 6 muestran los resultados de las pruebas estatales realizadas por EPAMIG durante 1985/86 para semilla negra y crema respectivamente. En el grupo de semilla negra, CNF 290, GUAT L 81-37, CNF 289, DOR 241, y BAT2* 437 fueron las líneas sobresalientes. Sin embargo, no hubo una mejora significativa de rendimientos sobre las líneas ya liberadas como RICO 1735 y Millonario 1732. En el grupo color crema, realizado en 10 localidades durante dos semestres, ESAL 505 y EMGOPA 201-OURO fueron las mejores líneas con rendimientos mayores que sus controles (Ricomig 1896 y Fortuna 1895). En los experimentos precoces, realizados en siete localidades durante dos semestres, BAT2 304 (Capixaba Precoce), G 6616, Vi 1916, 1934 Vi, y CNF 246 fueron las líneas sobresalientes (Cuadro 7).

UEPAE - Dourados/MG

El Cuadro 8 muestra los resultados de las pruebas estatales realizadas por UEPAE-Dourados en 1986. Algunas líneas buenas, como A 379 y Aroana 4, desgraciadamente no tienen aceptación comercial. A 295 (EMGOPA 201-Ouro), y A 388 parecen promisorias.

CNPCo/SE

Veinticinco líneas se examinaron en las pruebas estatales en Sergipe en 1987 bajo monocultivo y cultivo múltiple con maíz.

Dos líneas sobresalientes eran L 10110 y A 295 (EMGOPA 201-Ouro). El control, Bagajo, produjo casi tanto como estos dos y tiene un tipo de semilla similar al arándano americano. Este tipo de semilla tiene valor comercial en el nordeste de Brasil pero no ha recibido, hasta este momento, ninguna atención en el programa de mejoramiento (Cuadro 9).

EPABA/-BA

El Cuadro 10 muestra los resultados de las pruebas estatales en 1987, que examinaron 25 líneas cultivadas de forma múltiple con maíz. A 244, A 252, IPA Cult. 4211, y A 245 produjeron más que Carioca y A 295 produjo más que Mulatinho Vagem Roxa y Argensinho, los testigos locales (Cuadro 10).

EMGOPA/TR

En las pruebas de frijol de negro, Col de ICA 10103, BAT2 67, BAT2 1647, LM 20363, y BAT2 431 fueron las líneas sobresalientes y produjeron cerca de 200 kg más que la variedad recomendada, RICO 23. Ninguna recomendación se puede hacer ya que estas líneas son demasiado susceptibles a la antracnosis (Cuadro 11).

En las pruebas de frijol de color, BAT2 1458, ESAL 502, BAT 614 y BAT 37 fueron las mejores líneas de las pruebas estatales en cinco localidades en 1987 (Cuadro 12).

Reuniones Regionales

La investigación sobre frijol en Brasil se divide en tres regiones con el objeto de servir más eficientemente las necesidades locales. La Región comprende Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Parana, Rio de Janeiro, y la parte meridional de Espirito Santo. Todas estas áreas cultivan principalmente cultivos de frijol negro. Debido al agrupamiento por color de la semilla Espirito Santo y Río de Janeiro se incluyen en la Región 1 aunque están más cercanos a la Zona de Mata de Minas Gerais donde dominan el frijol negro. La región 2 comprende Minas Gerais, Sao Paulo, Goias, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Rondonia y otros estados del Norte. Estos estados principalmente cultivan frijol de color y solamente pequeñas cantidades de frijol negro. La Región 3 comprende Bahía, Pernambuco, Alagoas, Serpige, Paraíba, Rio Grande do Norte, y Ceara. La mayoría de estos estados cultivan variedades color crema.

Este año, en cada región, se sostuvo una reunión para discutir los resultados del EPR los ensayos estatales para tratar de establecer una red regional de ensayos estatales más allá de los límites de los estados. Estas redes proporcionarán oportunidad de utilizar más eficientemente las líneas mejoradas avanzadas, las cuáles se podrán entonces liberar simultáneamente por varias instituciones estatales. La liberación conjunta facilitará la producción de semilla. Los resultados de las tres

reuniones se pueden ver en el Cuadro 13. Estas líneas son entonces registradas oficialmente y los agricultores pueden obtener créditos agrícolas al usar estos cultivares recomendados o tolerados por el estado. El Cuadro 13 muestra las nuevas líneas mejoradas avanzadas que lentamente están reemplazando a las variedades tradicionales. Sin embargo, en muchas instituciones estatales (especialmente en el nordeste de Brasil y en Río Grande do Sul), las variedades tradicionales del grupo recomendado todavía superan en número a las líneas mejoradas avanzadas; se necesita impulsar más actividades de investigación en esta área.

Por primera vez, varias instituciones acordaron este año (con base en datos de los ensayos estatales) recomendar simultáneamente a EMGOPA 201-Ouro para los estados de Mato Grosso do Sul y Minas Gerais en la Región 2, y Alagoas y Sergipe en la Región 3, donde se le llama Ouro. Capixaba Precoce también se recomienda para Rio Grande do Sul.

De estas reuniones, se sugirió que las líneas mejoradas avanzadas de colores no incluidos en la selección o las cuáles están muy alejadas de los valores comerciales locales, no deberían en el futuro incluirse en la etapa EPR o ensayos estatales y regionales, con el objeto de evitar las pruebas con líneas mejoradas avanzadas. También se propuso que solamente las líneas con resistencia al BCMV pasarían a los ensayos estatales.

Evaluación de líneas mejoradas avanzadas a un alto nivel de insumos

El frijol se cultiva tradicionalmente en sistemas temporales, pero la producción de este tipo de sistema es difícil de predecir. Por ejemplo, en el nordeste normalmente se produce aproximadamente el 30% de la cosecha de frijol pero este año, la falta de lluvia causó grandes pérdidas. Para estabilizar la producción de alimentos, Brasil está promoviendo un sistema de riego en el nordeste y también en la región de cerrado. Se estima que, por el momento, menos del 5% del frijol se cultiva con riego en Brasil, siendo el estado de Sao Paulo el líder en la producción de este cultivo con sistemas de riego (durante la época invernal con alto nivel de insumos). Los rendimientos superiores a los 3000 kg/ha no son raros. Desgraciadamente, se ha generado poca información para esta operación de altos insumos. Las prácticas agronómicas, por ejemplo, recomendaciones de fertilizantes, espaciamiento, densidad, germoplasma apropiado (tipos erectos para la cosecha mecánica, de altos rendimientos y con buena respuesta a la fertilización) y tolerancia al frío son áreas que demandan una atención urgente.

En el invierno de 1987, 401 líneas, divididas en siete grupos de líneas promisorias, se ensayaron por rendimiento con varios sistemas de riego con pivote central. Los grupos fueron:

1. Semilla negra 1 64 introducciones

2.	Semilla negra 2	64 introducciones
3.	Semilla crema	100 introducciones
4.	Tipo Carioca	64 introducciones
5.	Semilla púrpura	36 introducciones
6.	Semilla blanca	25 introducciones
7.	Precoces	48 introducciones

Cada grupo tenía su propio testigo. Los resultados se presentan en el Cuadro 14. En general, los rendimientos fueron inferiores a los esperados porque durante la floración, el período más crítico para la producción de frijol, el sistema de riego se dañó. Durante 16 días el frijol no recibió suficiente agua y la humedad relativa del aire fue inferior a 30%. El frijol produjo rendimientos aceptables porque prevalecieron las bajas temperaturas.

Las líneas precoces se comportaron tan bien como los otros grupos de color con sistemas de riego inferiores al óptimo porque ellas ya habían alcanzado el estado de llenado de vainas cuando se presentó el estrés de agua. Algunas de las nuevas líneas denominadas con el código POT (potencial de rendimiento), presentaron resultados muy prometedores. Estas líneas POT derivadas de poblaciones segregantes del proyecto de potencial de alto rendimiento se enviaron al CNPAF en 1984. Estas con líneas para el sistema de altos insumos sembradas durante el invierno cuando el objetivo es lograr un alto rendimiento. La incidencia de enfermedades y de insectos durante esta estación es baja y la resistencia a estas limitaciones bióticas no se considera una prioridad tan alta como lo es la respuesta a los fertilizantes y al riego (Cuadro 14). Las líneas TY 1558-1, TY 1558-3, y TY 3326-1 poseen la mejor arquitectura para la cosecha mecánica y se someterán a ensayos cuando se disponga de suficiente semilla.

Pruebas selectivas de eficiencia en condiciones de poco fósforo

La selección en el campo por eficiencia en condiciones de bajo nivel de fósforo continúa este año mediante la evaluación de las líneas mejoradas avanzadas que llegaron al Brasil en 1986 y de algunas líneas del proyecto de potencial de rendimiento desarrolladas en el CNPAF. Un total de 244 líneas se evaluaron y se dividieron en 4 grupos de color: negro, mulatinho, carioca y púrpura. El Cuadro 5 muestra las líneas eficientes con los mínimos requerimientos adicionales de fósforo para alcanzar los rendimientos máximos. En general, el rendimiento en condiciones de estrés de fósforo fue ligeramente mayor que el de los testigos. En el grupo de semilla negra, POT 51, LM 30638 y LM 30630 no solo fueron eficientes sino que también tuvieron rendimientos muy altos (superiores a 2 t/ha) en condiciones de no estrés. En el grupo de semilla color crema, BZ 1621-1, BZ 2231-11, BZ 2240-2, y TY 3446-2 fueron las líneas sobresalientes. En el grupo Carioca, BZ 1977-6, BZ 3836-3, BZ 1977-5 y BZ 2511-5 se comportaron bien pero los rendimientos en condiciones de no estrés fueron mucho menores que los de los otros grupos de

semillas. Las mejores líneas del grupo de semilla púrpura fueron POT 96, TY 3361-1 y TY 3332-1.

Purificación de A 176

La línea avanzada A 176 posee características similares a las de EMGOPA 201-Ouro con la ventaja adicional de una mayor tamaño de semilla y mejor rendimiento. El principal problema es el color de su semilla que tiene tres tonos, oscuro, intermedio y claro. Esta línea no es demasiado difícil de comerciar pero sus tonos ligeramente diferentes dificultan su aceptación en pruebas de unidad de semillas para liberación. Aproximadamente 500 plantas se seleccionaron y almacenaron. Después de seis meses de almacenamiento se seleccionó el contenido de las envolturas. Los contenidos con diferentes tonos en una sola envoltura se descartaron. Solamente se seleccionaron 150 envolturas de un total de 500 y luego se dividieron en tres grupos según sus tonos. Durante el semestre siguiente, se sembró en una sola hilera y se cosechó una vaina por planta. La semilla derivada de una misma hilera se puso en un solo grupo. En el semestre siguiente, antes de la siembra se revisó nuevamente el color de la semilla. Las semillas con tonos segregantes se descartaron. Solamente se seleccionaron 14 familias, cuatro oscuras, seis medianas y cuatro claras, las cuáles se someterán a ensayos en el próximo semestre.

CUADRO 1. LAS 10 MEJORES LINEAS NEGRAS DEL EPR 1986/88.

CHAPECO/SC		PONTA GROSSA/PR	
LINEAS MEJORADAS AVANZADAS			
01	84 VAN-18	1957	AN 512575-0 2601
02	AN 512573-0	1951	AN 512574-0 2525
03	84 VAN-163	1752	84 VAN-163 2343
04	BZ 1719-2	1705	84 VAN-18 2338
05	AN 512567-0	1680	AN 511619-0 2184
06	AN 512575-0	1647	AN 512646-0 2120
07	AN 512574-0	1597	BZ 1719-2 2120
08	AN 511619-0	1582	W 22-24 2107
09	AN 512572-0	1565	84 VAN-196 2103
10	HONDURAS 35	1484	AN 512567-0 2073
\bar{X}_{10}		1692	2251
TESTIGOS ELITES			
01	LM 30074-0 (TE)	1590	CARIOCA 1574
02	LM 21135-0 (TE2)	1610	RIO TIBAGI 1234
03	CARIOCA	1742	LM 30074-0 (TE) 2059
04	RIO TIBAGI	947	LM 21135-0 (TE2) 2006
\bar{X}_4		1472	1718
TESTIGOS LOCALES			
01	T.LOCAL 1	1445	T.LOCAL 1 1634
02	T.LOCAL 2	967	T.LOCAL 2 2079
03	T.LOCAL 3	1634	T.LOCAL 3 1136
04	T.LOCAL 4	1130	T.LOCAL 4 1803
\bar{X}_4		1294	1663
MEDIA EXP. \bar{X}_{36}			
		1288	1860
LDS (5%)		221	770
CV (%)		8.3	20.1

CUADRO 1 (CONT.). LAS 10 MEJORES LINEAS NEGRAS DEL EFR 1986/88.

IPAGRO/RS		CNPFT 1/RS		CNPFT 2/RS		CNPFT 3/RS		
LINEAS MEJORADAS AVANZADAS								
01	AN 512573-0	1500	PRETO CARIRI	1050	AN 512638-0	2640	AN 512574-0	3247
02	BZ 1719-2	1238	AN 512575-0	1050	HONDURAS 35	2283	AN 512575-0	2765
03	84 VAN -163	1150	W 22-24	1017	AN 512573-0	2240	AN 512567-0	2174
04	W 22-52	1150	BZ 1719-2	950	BZ 1719-2	2090	W 22-52	1994
05	PRETO CARIRI	1113	W 21-58	833	84 VAN - 196	2070	AN 512573-0	1943
06	W 22-27	1100	AN 512646-0	783	84 VAN - 163	2050	84 VAN - 18	1941
07	AN 512572-0	1088	W 22-52	750	W 22-24	2050	AN 512572-0	1834
08	84 VAN - 18	1088	AN 512630-0	700	AN 512646-0	2040	W 22-24	1783
09	AN 512567-0	1075	AN 512572-0	700	84 VAN - 18	1990	HONDURAS 35	1720
10	AN 512575-0	1000	84 VAN-196	700	AN 512631-0	1980	84 VAN - 163	1644
X10		1150		853		2143		2105
TESTIGOS ELITES								
01	LM 30074-0	775	LM 30074-0	517	LM 30074-0	2130	LM 30074-0	1694
02	LM 21135-0	375	LM 21135-0	550	LM 21135-0	1770	LM 21135-0	1570
03	CARIOCA	350	CARIOCA	1017	CARIOCA	1870	CARIOCA	1801
04	RIO TIBAGI	775	RIO TIBAGI	1050	RIO TIBAGI	0	RIO TIBAGI	1304
X4		569		784		1442		1592
TESTIGOS LOCALES								
01	GUATELAN 6662	1138	GUATELAN 6662	433	RAI 76	1750	FT 83-120	2481
02	RIO TIBAGI	638	RIO TIBAGI	433	RIO NEGRO-EMPASC	1280	RAI 76	1213
03	MAQUINE	563	MAQUINE	583	FT 83-120	1570	TURRIALBA 4	941
04	TURRIALBA 4	788	TURRIALBA 4	400	TURRIALBA 4	1360	RIO NEGRO-EMPASC	1034
X4		782		462		1490		1417
MEDIA EXP. X36		871		589		1814		1495
LSD (5%)		408		456		676		733
CV (%)		22.5		39.4		17.9		23.8

CUADRO 1 (CONT.). LAS 10 MEJORES LINEAS NEGRAS DEL EPR 1986/88.

CNPAP/OO		ANAPOLIS/GO		BARRETRAS/BA		
LINEAS MEJORADAS AVANZADAS						
01	HONDURAS 35	1689	AN 512646-0	1479	PRETO CARIRI	1657
02	AN 3508	1426	HONDURAS 35	1456	AN 512575-0	1447
03	SPB 5	1337	SPB 5	1449	W 22-24	1334
04	W 22-14	1273	AN 3508	1434	BZ 1719-2	1293
05	AN 512573-0	1204	AN 512574-0	1351	W 21-58	1281
06	W 21-58	1177	AN 512637-0	1306	AN 512646-0	1263
07	W 22-27	1133	AN 512575-0	1299	W 22-52	1246
08	AN 512637	1117	W 22-27	1254	AN 512630-0	1181
09	W 22-24	1104	AN 512567-0	1231	AN 512572-0	1179
10	SPB 1	1096	VAGEM ROXA.EV BR.	1224	84 VAN-196	1143
\bar{x}_{10}		1256		1348		1302
TESTIGOS ELITES						
01	LM 30074-0	666	CARIOCA	938	LM 30074-0	1210
02	LM 21135-0	1073	RIO TIBAGI	841	LM 21135-0	999
03	CARIOCA	1006	LM 30074-0	1351	CARIOCA	1445
04	RIO TIBAGI	774	LM 21135-0	578	RIO TIBAGI	773
\bar{x}_4		880		927		1107
TESTIGOS LOCALES						
01	BAT 1647	998	SPB 1	1351	CARIOCA	1761
02	BAT 451	946	PRETO CARUARU	1014	IPA 74-19	1218
03	BAT 67	1358	RIO NEGRO	983	EPABA 1	947
04	ICA COL 10103	1061	RICO 23	908	MUL.VAGEM.ROXA	679
\bar{x}_4		1091		1064		1151
<hr/>						
MEDIA EXP. \bar{x}_{36}		1003		1099		1068
LDS (5%)		443		584		528
CV (%)		22.5		27.1		24.0

CUADRO 2. LAS DIEZ MEJORES LINEAS MULATINHO DEL EPR 1986/88.

CNPAF/GO		BARREIRAS/BA		POCO VERDE/SE		STIPAN/AL		
LINEAS MEJORADAS AVANZADAS								
01	SX 2232-2	1532	AN 512579-0	1805	AN 511669-0	1897	BZ 3858-1	588
02	AN 512712-0	1455	AN 512594-0	1678	SX 2232-2	1841	AN 512717-0	559
03	BZ 2231-11	1433	CB 511691-0	1502	CB 511679-0	1787	AN 512579-0	540
04	AN 512650-0	1287	BZ 2231-7	1362	AN 512711-0	1683	AN 512594-0	523
05	AN 511648-0	1212	TY 3499-3	1276	AN 512650-0	1667	AN 511624-0	503
06	TY 3499-3	1163	AN 512712-0	1261	CB 511691-0	1661	SX 2232-2	418
07	AN 512579-0	1152	AN 511669-0	1229	AN 512717-0	1656	AN 511625-0	417
08	AN 512648-0	1151	BZ 2519-7	1196	BZ 2518-1	1653	CB 511691-0	412
09	BZ 2519-7	1128	AN 512717-0	1134	BZ 2231-7	1650	BZ 2231-7	403
10	AN 511625-0	1109	BZ 2231-11	1143	AN 512620-0	1648	BZ 2231-11	398
\bar{x}_{10}		1262		1364		1714		477
TESTIGOS ELITES								
01	CARIOCA	1119	CARIOCA	1369	CARIOCA	1402	CARIOCA	318
02	IPA 6	1661	IPA 6	811	IPA 6	1586	IPA 6	86
03	EMGOPA 201 OURO	1132	EMGOPA 201 OURO	776	EMGOPA 201 OURO	1650	EMGOPA OURO	504
\bar{x}_3		1304		985		1546		303
TESTIGOS LOCALES								
01	LM 21303	1103	MUL.VAGEM ROXA	1346	BAGAJO	1714	VAGEM ROXA	462
02	LM 21303	1157	CARIOCA	1247	IPA 6	1455	BAGAJO	269
03	M.MULATINHO	1107	IPA 74-19	1237	IPA 1	1308	IPA 1	248
04	A 351	654	EPABA 1	1062	RIM DE PORCO	1235	RIM DO PORCO	230
\bar{x}_4		1005		1223		1428		302
MEDIA EXP. \bar{x}_{49}								
		994		969		1458		365
	LSD (5%)	314		522		249		258
	CV (%)	16.1		27.5		8.7		33.3

CUADRO 2 (CONT.). LAS DIEZ MEJORES LINEAS MULATINHO DEL EPR
1986/88.

PONTA GROSSA/PR		SELVIRIA/MS		
LINEAS MEJORADAS AVANZADAS				
01	AN 512717-0	2706	BZ 2518-1	675
02	TY 3499-3	2529	AN 512648-0	627
03	AN 512648-0	2510	BZ 3858-1	575
04	AN 512594-0	2376	AN 512650-0	529
05	AN 512650-0	2356	JALINHO MG	524
06	SX 2232-2	2351	BZ 2519-7	496
07	AN 511648-0	2333	AN 512711-0	474
08	AN 511624-0	2332	BZ 2231-11	435
09	AN 512712-0	2327	AN 511624-0	409
10	AN 512615-0	2249	SSC 52	407
\bar{X}_{10}		2407		515
TESTIGOS ELITES				
01	CARIOCA	965	CARIOCA	547
02	IPA 6	1822	IPA 6	1037
03	EMGOPA 201 OURO	1465	EMGOPA 201 OURO	150
\bar{X}_3		1417		578
TESTIGOS LOCALES				
01	T.LOCAL 1	1452	T.LOCAL 1	198
02	T.LOCAL 2	1381	T.LOCAL 2	477
03	T.LOCAL 3	1190	T.LOCAL 3	272
04	T.LOCAL 4	1953	T.LOCAL 4	131
\bar{X}_4		1494		270
EXP.MEAN	X49	1693		317
LSD	(5%)	663		253
CV	(%)	20.0		40.6

CUADRO 3. LAS DIEZ MEJORES LINEAS CARIOCA DEL EPR 1986/88.

PATOS/MG		CNPAP/GO		ANAPOLIS/GO		BARREIRAS/BA		SITIPAN/AL		
LINEAS MEJORADAS AVANZADAS										
01	ESAL 514	2243	ESAL 522	1522	AN 512678-0	1720	AN 512678-0	1557	AN 512537-0	523
02	AN 511661-0	2150	ESAL 511	1326	AN 511661-0	1535	AN 511604-0	1548	AN 511608-0	517
03	AN 512678-0	2137	ESAL 514	1260	AN 512561-1	1500	ESAL 522	1484	AN 512561-1	513
04	AN 511608-0	2102	AN 512558-0	1217	AN 512558-0	1471	AN 512513-0	1407	AN 512804-0	494
05	AN 512545-0	1852	ESAL 513	1070	ESAL 514	1400	ESAL 511	1404	AN 512678-0	489
06	ESAL 522	1767	AN 511608-0	1027	ESAL 522	1399	ESAL 519	1293	BZ 2180-1	455
07	ESAL 513	1730	AN 511661-0	1022	AN 511608-0	1291	AN 511661-0	1283	AN 512513-0	437
08	ESAL 511	1662	AN 512545-0	992	AN 512787-0	1255	BZ 2180-1	1256	AN 512558-0	404
09	AN 512558-0	1642	AN 512561-1	979	ESAL 513	1255	AN 512810-0	1156	AN 512545-0	400
10	AN 512537-0	1572	AN 512678-0	974	AN 512537-0	1237	AN 512804-0	1118	AN 511661-0	400
\bar{x}_{10}		1886		1139		1406		1351		463
TESTIGOS ELITES										
01	CARIOCA	1666	CARIOCA	1023	CARIOCA	1055	CARIOCA	873	CARIOCA	295
02	A 281	1750	A 281	758	A 281	939	A 281	936	A 281	546
\bar{x}_2		1708		890		972		905		421
TESTIGOS LOCALES										
01	JALO	1344	IAPAR 14	816	EMP 117	1228	EPABA 1	834	BAGAJO	341
02	PINTADO	2265	A 252	943	A 255	1165	IPA 74-19	707	R. PORCO SI	171
03	ERIPARZA	1547	A 247	1185	A 268	936	CARIOCA	1064	IPA 1	573
04	ESAL 506	2174	IAPAR 16	581	AN. ENXOFRE	514	MUL. VAGEM ROXA	932	VAGEM ROXA	249
\bar{x}_4		1832		881		961		884		334
RESUMEN										
MEDIA EXP. \bar{x}_{25}		1681		973		1159		1072		258
LSD (5%)		709		352		347		499		365
CV (%)		20.0		17.6		14.1		22.0		33.3

CUADRO 3 (CONT.) LAS DIEZ MEJORES LINEAS CARIOCA DEL EPR
1986/88.

PONTA GROSSA/PR		CHAPECO/SC		
LINEAS MEJORADAS AVANZADAS				
01	AN 511608-0	2367	AN 511661-0	1542
02	AN 512558-0	2317	AN 512785-0	1528
03	AN 512785-0	2283	AN 512678-0	1497
04	AN 512787-0	2250	ESAL 511	1469
05	AN 512804-0	2133	AN 512810-0	1430
06	AN 512545-0	2083	AN 511608-0	1419
07	AN 512678-0	2000	AN 512558-0	1383
08	AN 511661-0	1967	AN 512537-0	1340
09	AN 512513-0	1833	ESAL 522	1289
10	AN 512537-0	1800	ESAL 519	1204
\bar{X}_{10}		2103		1410
TESTIGOS ELITES				
01	CARIOCA	1433	CARIOCA	1377
02	A 281	2033	A 281	1374
\bar{X}_2		1733		1376
TESTIGOS LOCALES				
01	T.LOCAL 1	1583	T.LOCAL 1	1017
02	T.LOCAL 2	1667	T.LOCAL 2	1259
03	T.LOCAL 3	1817	T.LOCAL 3	1034
04	T.LOCAL 4	2250	T.LOCAL 4	814
\bar{X}_4		1829		1031
MEDIA EXP. \bar{X}_{25}		1805		1227
LSD (5%)		616		307
CV (%)		16.5		12.1

CUADRO 4. LAS 10 MEJORES LINEAS PURPURA DEL EPR 1986/88.

PATOS/MG		CNPAF/GO		PONTA GROSSA/PR		ANAPOLIS/GO		
LINEAS MEJORADAS AVANZADAS								
01	AN 512821-1	2233	AN 511637-0	1264	AN 512843-0	2383	TY 3361-1	1715
02	AN 512852-0	1817	AN 512737-0	1259	TY 3364-15	2333	MX 1423-3	1663
03	TY 3364-15	1650	TY 3361-1	1187	AN 512852-0	2267	AN 511637-0	1619
04	MX 1423-3	1550	VERMELHINHO DESC. RS	1162	AN 511637-0	2167	AN 511638-0	1592
05	AN 512737-0	1533	CAPUCAL VERMELHO	1150	TY 3361-1	2100	AN 512852-0	1507
06	VERMELHINHO DESC. RS	1533	AN 512843-0	1101	AN 511668-0	1917	TY 3364-15	1410
07	AN 511637-0	1533	ESAL 520	1072	AN 512655-0	1817	AN 512655-0	1386
08	ESAL 520	1433	AN 512852-0	1016	AN 512560-0	1650	VERMELHINHO DESC. RS	1377
09	AN 512843-0	1400	AN 511638-0	995	AN 512813-0	1633	AN 512843-0	1234
10	TY 3361-1	1400	AN 512821-1	963	AN 512821-1	1550	AN 512907-0	1206
\bar{x}_{10}		1608		1107		1982		1471
TESTIGOS ELITES								
01	CARIOCA	1633	CARIOCA	926	CARIOCA	1683	CARIOCA	1040
02	PARANA 1	1233	PARANA 1	733	PARANA 1	1750	PARANA 1	1294
03	LM 10348	1300	LM 10348	1540	LM 10348	1167	LM 10348	910
04	CNF 0010	1383	CNF 0010	780	CNF 0010	1800	CNF 0010	715
\bar{x}_4		1387		995		1600		990
TESTIGOS LOCALES								
01	JALO	1433	CNF 0105	673	T.LOCAL 1	1333	AN 512737-0	1198
02	PINTADO	1833	CNF 0037	691	T.LOCAL 3	1542	CAPUCAL VERMELHO	1179
03	ERIPARSA	1333	LM 30068	1213	T.LOCAL 4	1542	AN 512560-0	1159
\bar{x}_3		1533		859		1472		1179
MEDIA EXP. \bar{x}_{25}								
		1449		960		1676		1168
	LSD (5%)	657		257		716		328
	CV (%)	22.0		25.7		20.1		13.2

CUADRO 5. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS ESTATALES REALIZADOS POR EPAMIG EN LA ZONA DE MATA DURANTE 1985/86 PARA MATERIALES DE SEMILLA NEGRA

LOCALIDAD:	----- ESTACION SECA -----			-ESTACION LLUVIOSA-		
	A.R. DOCE	PONTE NOVA	LEOPOI.- DINA	PONTE NOVA	COIMBRA	MEAN
IDENTIFICACION:	----- kg/ha -----					
01 CNF 290	2255	1995	416	1326	609	1320
02 GUAT L 81-37	1915	1755	643	1075	942	1266
03 CNF 289	2050	1602	754	873	847	1225
04 DOR 241	2130	1696	649	1132	376	1197
05 RAI 78	2235	1715	528	1034	471	1197
06 BAT 431	1875	2067	508	1009	467	1185
07 CNF 291	1975	1438	546	934	872	1153
08 CNF 0158	2030	1530	308	1018	732	1124
09 GUAT L 81-37	2085	1500	517	705	705	1102
10 FT 83-120	1855	1421	393	1378	454	1100
11 A 236	2120	1597	518	722	471	1086
12 BAT 165	2135	1526	465	904	368	1080
13 CNF 351	1865	1522	703	713	537	1068
14 82 B VAN 28	1970	1627	419	765	541	1064
15 BAT 549	1885	1783	460	718	364	1042
16 82 B VAN 77	1935	1431	526	497	675	1013
17 BAT 148	1650	1511	468	775	439	969
\bar{X}_{17}	1998	1630	519	916	581	1129
TESTIGOS						
01 RICO 1735	2150	1916	430	992	989	1295
02 MILIONARIO 1732	2300	1944	438	736	816	1247
03 RIO TIBAGI	2180	1556	299	358	726	1024
\bar{X}_3	2210	1805	389	695	844	1189
SIG. GENERAL \bar{X}_{20}	2030	1657	499	883	620	1138

CUADRO 6. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS ESTATALES REALIZADOS POR EPAMIG DURANTE 1985-86 PARA MATERIALES DE SEMILLA DE COLOR.

LOCALIDAD:	ESTACION LLUVIOSA					ESTACION SECA			VICOSA	MEAN	
	PONTE NOVA	CALDAS	LAVRAS	COIMBRA	PONTE NOVA	CALDAS	MACHADO	GOV. VALAD.			LEOPOL-DINA
IDENTIFICACION:	kg/ha										
ESAL 505	987	2329	1471	-	1807	1604	281	2086	-	1558	1515
EMGOPA 201-OURO	1446	1531	1433	1649	1761	1549	270	2115	437	2628	1482
ESAL 506	827	2216	1134	606	1790	1391	449	2188	389	1743	1274
LM 30013-0	1192	1670	1365	724	1584	1651	359	1295	429	1999	1227
ESAL 508	1040	2199	1192	522	1575	1442	427	1704	435	1669	1221
ESAL 502	1091	1825	1336	488	2193	1157	169	1729	348	1704	1204
Vi 1958	585	1665	1182	1395	1688	919	255	1935	238	2114	1198
ESAL 501	-	1940	1173	-	-	1134	475	-	-	-	1180
C.V. 1055 (IPA 6)	641	1593	1231	380	1625	1371	312	1811	469	1758	1119
A 288	573	1897	961	791	1508	1452	320	1296	490	1889	1118
A 246	551	1592	1163	568	1625	1412	208	1627	400	1840	1099
CARIOCA 80	410	1746	1269	455	1514	1350	217	1814	510	1656	1094
LM 10100-0	818	1319	1048	560	1452	1387	131	1563	368	1534	1018
A 377	552	982	615	702	1516	1164	290	1678	449	1791	974
Vi 1955	339	1410	692	823	1547	994	273	1413	311	1826	963
ESAL 509	400	-	-	461	1694	-	-	1466	324	1458	960
VERMELHO UBA	423	1389	808	989	1563	1278	142	1283	457	1230	956
RC 5	-	-	-	-	1947	-	-	-	-	1423	1685
\bar{x} 18	742	1706	1130	741	1670	1328	286	1688	404	1754	1183
TFSTIGOS											
RICOMIG 1896	1121	1853	971	630	1768	1583	405	2074	418	1611	1243
MILIONARIO 1732	663	1862	1202	636	1430	1521	259	2438	458	1577	1205
CARIOCA	593	1774	1173	437	1675	1157	347	1948	443	1612	1116
FORTUNA 1895	659	1284	942	651	1439	1068	176	1984	410	1261	987
\bar{x} 4	759	1693	1072	589	1578	1332	297	2111	432	1515	1138
MEDIA EXP. \bar{x} 22	746	1704	1113	709	1652	1339	288	1772	410	1709	1174

CUADRO 7. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS ESTATALES REALIZADOS POR EPAMIG DURANTE 1985/86 PARA MATERIALES PRECOCES

LOCALIDAD:	ESTACION SECA				ESTACION LLUVIOSA (VARZEA)			
	VICOSA	P. NOVA	LEOPOLDINA	G. VALADARES	P. NOVA	JANAUBA	LEOPOLDINA	MEAN
IDENTIFICACION:	kg/ha							
01 BAT 304	2150	1396	555	2558	2247	2423	1287	1802
02 G 6616	2354	1863	700	2508	1998	2070	830	1761
03 Vi 1916	2440	1744	574	2583	1713	2075	931	1723
04 Vi 1934	1974	1770	549	2502	1733	2537	949	1716
05 CNF 246	2094	1686	444	2476	2086	2100	1106	1713
06 BATATINHA	2450	1707	452	2246	2225	1706	931	1674
07 EEP 543175	2261	1504	506	2464	1765	2407	802	1673
08 CNF 243	2190	1614	546	2213	1711	1961	1003	1606
09 Vi 1032	1009	1607	664	2504	2103	2207	1018	1587
10 AMENDOIM	2053	1683	426	2181	1710	2056	820	1562
11 ERIPARSA I	1847	1586	461	2188	1742	2078	821	1539
12 DOR 196	1305	1431	313	2335	1839	2357	1065	1521
13 CNF 252	1438	1413	467	2285	1575	2548	787	1502
14 CNF 261	2193	1024	501	1650	1891	2113	889	1466
15 BOLINHA	1785	1256	428	1710	1432	1679	938	1318
16 CNF 255	1724	1231	329	1623	1289	1592	894	1240
\bar{x}_{16}	1954	1532	495	2252	1816	2119	942	1588
TESTIGOS								
01 PRETO 60 DIAS	1859	1989	640	2129	1775	2469	942	1686
02 CNF 10	1250	1594	289	2546	1745	1955	763	1449
03 GOIANA PRECOCE	1783	1269	331	1754	1501	1694	847	1311
\bar{x}_3	1631	1617	420	2143	1674	2039	851	1482
MEDIA GENERAL \bar{x}_{19}	1903	1546	483	2234	1794	2107	928	1571

CUADRO 8. RENDIMIENTO Y GRADO DE ACEPTACION COMERCIAL DE LINEAS Y CULTIVARES ENSAYADOS EN PRUEBAS ESTATALES DE UEPAE - DOURADOS/MS IN 1986.

LOCALIDAD:	DOURADOS	CAARAPO	MEDIA	VALOR COMERCIAL*
IDENTIFICACION:				
A 338	1491	2394	1942	1
A 577	1578	2103	1840	2
AROANA 4	1546	2082	1814	3
A 241	1803	1817	1810	1
BAT 336	1803	--	1803	1
A 255	1653	1937	1795	1
A 295	1385	2192	1788	1
H7B	1767	--	1767	1
H9B	1407	2115	1761	1
EMP 117	1485	1993	1739	2
A 353	1766	1695	1730	1
IPA 1	1446	1987	1716	1
A 282	1212	2217	1714	2
A 251	1710	--	1710	1
A 372	1618	1754	1686	1
A 294	1416	1951	1683	1
A 352	1234	2112	1673	1
CULTIVAR 7310	1454	1847	1650	1
A 268	1419	1720	1569	2
A 242	1104	2025	1564	1
CULTIVAR 6191	1373	1684	1528	1
A 249	1394	1601	1497	2
A 250	1472	1344	1408	1
MD 93	1427	1328	1377	1
CULTIVAR 7012	1252	1487	1369	1
CARIOCA 80	1288	1390	1339	2
A 75	1377	1299	1338	1
RICO PARDO 896	996	1648	1320	3
CARIOCA	1256	1279	1267	1
BAT 332	1370	1151	1260	1
A 62	1266	1223	1244	2
RAPE	1221	1255	1238	2
JALO EEP 558	1095	--	1095	1
VERMELHO	711	909	810	3

* 1 = amplia aceptación, 4 = sin valor comercial.

CUADRO 9. PRUEBAS ESTATALES REALIZADAS POR CNPCO-SERGIPE EN MONOCULTIVO Y ASOCIACION CON MAIZ 1987.

IDENTIFICACION	----- REND. (kg/ha) -----		
	MONOCULTIVO	INTERCALADO CON MAIZ	MEDIA
01 L 10110	1561	1005	1283
02 A 295	1523	995	1259
03 L 10111	1535	947	1241
04 L 10081	1529	933	1231
05 ESAL 505	1437	1012	1225
06 82 PVBZ 1718	1479	952	1216
07 L 12155	1474	900	1187
08 L 12118	1419	945	1182
09 L 10101	1412	943	1178
10 A 344	1399	908	1154
11 L 10146	1335	913	1124
12 A 254	1370	847	1109
13 L 10238	1305	890	1098
14 A 251	1275	860	1068
15 82 PVMX 1638	1323	811	1067
16 82 PVMX 1637	1258	788	1023
17 82 PVMX 1648	1161	752	957
18 LM 21303	1136	734	935
\bar{X}_{18}	1385	896	1141
TESTIGOS			
01 IPA 6	1497	1081	1289
02 BAGAJO	1500	986	1243
03 CARIOCA	1385	861	1123
04 CACINHO	1302	767	1035
05 IPA 74-19	1383	672	1028
06 IPA 1	1210	813	1012
07 RIM DO PORCO	1199	689	947
\bar{X}_7	1354	838	1096
MEDIA EXP.	1376	880	
LSD (5%)	194	137	
CV (%)	7.0	7.7	

CUADRO 10. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS ESTATALES REALIZADAS POR EPABA EN IRECE INTERCALADO CON MAIZ DURANTE 1987.

IDENTIFICACION		REND. (kg/ha)
01	A 244	1726
02	A 252	1697
03	IPA CULT 4211	1668
04	A 245	1615
05	MD 94	1532
06	EMP 117	1530
07	IPA 1	1528
08	MD 94	1527
09	BAT 332	1447
10	A 295	1432
11	BAT 731	1405
12	BAT 336	1391
13	A 268	1363
14	A 73	1357
15	A 248	1335
16	A 281	1255
17	A 351	1209
18	A 240	1082
19	BAT 160	1058
20	A 301	858
\bar{X}_{20}		1401
TESTIGOS LOCALES		
01	CARIOCA	1592
02	MUL. VAGEM ROXA	1294
03	ARGENOSINHO	1248
04	IPA 74-19	1127
05	EPABA 1	1063
\bar{X}_5		1265
\bar{X}_{25}		1373
LSD (5%)		228
CV (%)		12.0

CUADRO 11. RENDIMIENTO (KG/HA) DE 20 LINEAS O CULTIVARES DE FRIJOL NEGRO OBTENIDOS EN LA ESTACION SECA. EMGOPA 1987 (GOIAS).

LINEA/CULTIVAR	GOIANIA (GO)	ANAPOLIS (GO)	ANT*	ALS*	BAC*	PIRENOPOLIS (GO)	ITAPURANGA (GO)	SAO LUIS DE MONTES BELOS (GO)	MEDIA
ICA COL 10103	1278 a	1308 a	7	-	-	1396 a	2332 abc	1163 ab	1495 a
BAT 67	800 ab	1250 a	-	2	4	790 ab	2471 abc	1301 a	1323 ab
BAT 1647	687 b	1558 a	2	5	-	1125 ab	2415 abc	710 fg	1299 ab
LM 20363	850 ab	1271 a	5	-	5	1092 ab	2283 abc	998 abcdef	1299 ab
BAT 431	740 ab	1154 a	6	-	4	894 ab	2512 a	1081 abc	1276 abc
LM 21124	723 ab	1212 a	6	-	-	1128 ab	2487 ab	662 g	1243 abc
BAT 451	632 b	1362 a	2	4	-	1051 ab	2262 abc	794 cdefg	1220 abcd
LM 30074	788 ab	1188 a	7	-	-	963 ab	2211 abc	950 bcdefg	1220 abcd
82 B VAN 38	540 b	1221 a	6	5	-	1060 ab	2108 abc	1023 abcde	1190 bcd
LM 30016	656 b	1367 a	6	-	-	767 ab	2261 abc	876 bcdefg	1185 bcd
RICO 23	709 b	1362 a	6	5	-	825 ab	2221 abc	731 efg	1170 bcd
LM 10401	826 ab	1133 a	5	5	-	934 ab	2086 abc	842 cdefg	1164 bcd
RIO NEGRO	660 b	1142 a	-	2	7	820 ab	2144 abc	1051 abcd	1163 bcd
RICO 1735	717 ab	1329 a	5	-	7	536 b	2422 abc	763 defg	1154 bcd
LM 20720	553 b	1262 a	8	-	-	933 ab	2032 abc	717 efg	1099 bcd
LM 30036	650 b	1225 a	7	-	-	937 ab	1947 abc	664 g	1085 bcd
PORRILLO SINTETICO	735 ab	875 a	6	4	-	669 ab	2207 abc	861 bcdefg	1069 bcd
LM 21132	621 b	1875 a	8	-	-	837 ab	2185 abc	657 g	1035 bcd
82 B VAN 84	530 b	1108 a	-	5	-	871 ab	1617 c	813 cdefg	988 cd
SPB-1	504 b	971 a	-	5	-	843 ab	1637 bc	712 efg	933 d
MEDIA	710	1209				924	2192	868	1181
L.S.D. (5%)	562	784				837	866	313	298
C.V.	25	21				29	13	12	19

CUADRO 12. RENDIMIENTO (KG/HA) Y PUNTAJE DE ENFERMEDAD DE 20 LINEAS O CULTIVARES DE FRIJOL DE COLOR OBTENIDOS EN LA ESTACION SECA. EMGOPA 1987 (GOIAS).

LINEA/CULTIVAR	SAO LUIS DE								MEDIA
	GOIANIA (GO)	ANAPOLIS (GO)	ALS*	BAC*	ORDUM*	PIRENOPOLIS (GO)	ITAPURANGA (GO)	MONTE BELOS (GO)	
BAT 1458	1119 a	1488 ab	2	3	S	1091 a	2946 abc	1338 a	1596 a
ESAL 502	717 ab	1254 ab	5	4	S	547 a	3187 a	1219 ab	1385 ab
BAT 614	792 ab	1383 ab	-	4	S	705 a	2908 abc	1032 abc	1364 ab
BAC 37	613 ab	1379 ab	1	2	S	1028 a	2789 abcd	871 abc	1336 abc
EMGOPA 201/OURO	1047 ab	1258 ab	-	5	-	684 a	2581 abcde	1050 abc	1324 bc
ESAL 503	649 ab	1108 ab	7	4	S	766 a	2994 ab	1080 abc	1320 bc
LM 10092	753 ab	1462 ab	5	2	-	666 a	2594 abcde	971 abc	1290 bc
BAT 363	835 ab	1200 ab	3	4	S	765 a	2462 abcde	930 abc	1238 bcd
BAC 57	858 ab	1162 ab	-	-	S	510 a	2679 abcd	894 abc	1221 bcd
LM 10348	681 ab	1542 a	3	3	S	543 a	2328 bcdef	840 abc	1187 bcd
LM 10061-0	571 b	946 b	6	-	-	540 a	2710 abcd	1061 abc	1161 bcde
CARIOCA	592 ab	1050 ab	7	-	S	534 a	2527 abcde	1079 abc	1156 bcde
82 PVBZ 1838	654 ab	1421 ab	6	4	-	790 a	2104 defg	740 bc	1142 bcde
LM 10069-0	575 b	1108 ab	7	-	-	761 a	2274 bcdef	768 bc	1097 cde
ROXAO RG	732 ab	1375 ab	6	5	-	568 a	1627 efgh	1094 abc	1079 cde
LM 10089	572 b	1371 ab	7	3	S	610 a	1667 fgh	829 abc	1010 de
ROSINHA G2	562 b	975 ab	8	-	-	622 a	2190 cdefg	672 c	1004 de
JALO EFP 558	547 b	1225 ab	-	-	S	525 a	1481 gh	1172 abc	990 de
LM 30068	594 ab	1125 ab	6	5	-	637 a	1905 efgh	676 c	988 de
LM 30013-0	702 ab	1300 ab	-	6	-	473 a	1271 h	783 bc	906 e
MEDIA	707	1257				668	2361	955	1190
L.S.D. (5%)	541	581				694	758	532	265
C.V.	25	15				34	10	18	17

Promedios seguidos por las mismas letras no difieren significativamente entre sí al nivel del 5% de probabilidades por la prueba de Tukey.

* Puntaje de enfermedad: ANT = Antracnosis, ALS = Mancha angular de la hoja, BAC = Añublo bacteriano, puntaje 1-9 donde 1 = sin síntomas y 9 = muerte de la planta.

CUADRO 13. CULTIVARES RECOMENDADOS EN BRASIL PARA 1987-1988.

ESTADO	RECOMENDADO	TOLERADO
GOIAS	EMGOPA 201 (OURO)* CARIOCA	JALO EEP 558 RICO 23 CNF 010 CARIOCA 80
SAO PAULO	CARIOCA 80 AROANA 80 MORUNA 80 AYSO AETE 3 CATU	NONE
M. GROSSO DO SUL	CARIOCA CARIOCA 80 RIO TIBAGI JALO EEP 558 OURC (EMGOPA 201)	ROSINHA G-2 CARNAVAL RICO 23 CNF 010
RONDONIA	IPA 7419 CARIOCA	RIO TIBAGI ROSADO
MINAS GERAIS	RIO TIBAGI NEGRITO 897 MILIONARIO 1732 RICO 1735 CARIOCA 80 OURO (EMGOPA 201)	CARIOCA PALMITAL PRECOCE ERIPARSA 1 MANTEIGAO FOSCO II FORTUNA 1895 RICOMIG 1896 JALO EEP 558
DISTRITO FEDERAL	OURO (EMGOPA 201) CARIOCA	JALO EEP 558 RICO 23 CNF 010 CARIOCA 80
MATO GROSSO	CARIOCA ROSINHA G-2 CNF 010 JALO EEP 558 RIO TIBAGI	NONE
RIO DE JANEIRO	BR 1 - XODO BR 2 - GRANDE RIO BR 3 - IPANEMA PORRILLO SINTETICO CAPIXABA PRECOCE	MORUNA RIO TIBAGI CARIOCA

* RECOMENDADO EN MAS DE 1 ESTADO.

CUADRO 13 (CONT.). CULTIVARES RECOMENDADOS EN BRASIL PARA 1987-1988.

ESTADO	RECOMENDADO	TOLERADO
ESPIRITO SANTO	CAPIXABA PRECOCE* RIO TIBAGI CARIOCA ESAL - 1	IGUACU VITORIA IPA 1 RICO PARDO 896
RIO GRANDE DO SUL	TURRIALBA 4 RIO TIBAGI GUATEIAN 6662 MAQUINE CARIOCA TAHYU IRAI EMPASC 201-CHAPECO RIO NEGRO CAPIXABA PRECOCE	
SANTA CATARINA	EMPASC 201-CHAPECO FT 83-120 RIO TIBAGI TURRIALBA 4 CARIOCA CARIOCA 80	IGUACU
PARANA	CARIOCA IAPAR 3 - RIO IVAI IAPAR 5 - RIO PIQUIRI RIO TIBAGI IAPAR 8 - RIO NEGRO IAPAR 14 IAPAR 16 IAPAR 20 FT TARUMA FT 83-120	
BAHIA		
- BARREIRAS	IPA 74-19 CARIOCA EPABA 1	MULATINHO V.ROXA
- NORDESTE	BAGAJÓ FAVINHA CACHINHO CARIOCA PITOCO	IPA 1 MULATINHO V.ROXA

* RECOMENDADO EN MAS DE 1 ESTADO.

CUADRO 13 (CONT.). CULTIVARES RECOMENDADOS EN BRASIL PARA 1987-1988.

ESTADO	RECOMENDADO	TOLERADO
BAHIA (CONT.)		
- VALLE PARAGUACU	IPA 74-19 EPABA 1 IPA 1 CARIOCA	MULATINHO V.ROXA BAGAJO FAVINHA SANTA ROSA
- IRECE	IPA 74-19 CARIOCA EPABA 1	MULATINHO V.ROXA IPA 6
SERGIPE	IPA 6 IPA 1 BAGAJO CARIOCA RIM DO PORCO OURO (EMGOPA 201)*	IPA 74-19 FAVINHA MULATINHO V.ROXA CACHINHO MILAGRE DE STO.ANDRE BICO DE OURO
ALAGOAS	OURO (EMGOPA 201)* JALO EEP 558 BAGAJO CARIOCA IPA 1 MULATINHO V.ROXA	IPA 74-19 RIM DO PORCO SANTANA DO IPANEMA COSTA RICA RIQUEZA
PERNAMBUCO	IPA 6 IPA 1 IPA 3 IPA 5	GORDO FAVITA BAGAJO HF 465-63-1 VAGEM ROXA BICO DE OURO COSTA RICA CARIOCA
PARAIBA		
- AGRESTE	IPA 1 CARIOCA	IPA 74-19 RIM DO PORCO
- SERTAO CURIMATAU	IPA 6 IPA 1 IPA 3 IPA 5	FEIJAO DE CACHO

* RECOMENDADO EN MAS DE 1 ESTADO.

CUADRO 13 (CONT.). CULTIVARES RECOMENDADOS EN BRASIL PARA 1987-1988.

ESTADO	RECOMENDADO	TOLERADO
CEARA		
- SERRA IBIAPABA	IPA 1 IPA 6	IPA 74-19 CARIOCA GURGUTUBA MULATAO GORDO
PARA	ROSIHA JALINHO CARIOCA JALO	---
RIO GRANDE DO NORTE	NO HAY RECOMENDACIONES	
MARANHAO	NO HAY RECOMENDACIONES	
AMAZONAS	NO HAY RECOMENDACIONES	
ACRE	NO HAY RECOMENDACIONES	
AMAPA	NO HAY RECOMENDACIONES	
RORAIMA	NO HAY RECOMENDACIONES	

CUADRO 14. LAS 10 MEJORES LINEAS DEL EXPERIMENTO DE ALTOS INSUMOS SEMBRADO DURANTE LA ESTACION INVERNAL DE 1987 CON RIEGO DE PIVOTE CENTRAL.

CARIOCA		CREMA		BLACK 1		BLACK 2		
IDENT.	MEDIA REND. (kg/ha)	IDENT.	MEDIA REND. (kg/ha)	IDENT.	MEDIA REND. (kg/ha)	IDENT.	MEDIA REND. (kg/ha)	
01	BZ 1977-5	2114	AN 512712-0	2176	POT 59	2517	DOR 145	2235
02	BZ 1977-6	1985	LM 21306	2161	POT 51	2314	BZ 2401-1	2201
03	BZ 3871-5	1939	BZ 2643-1	2089	POT 69	2297	84 VAN 118	2044
04	POT 88	1892	AN 512594-0	2089	LM 30628	2262	EMP 136	2025
05	POT 84	1872	TY 3435-3	2038	LM 30630	2231	DOR 165	2020
06	POT 94	1858	POT 5	2024	POT 72	2206	BZ 3855-2	2005
07	BZ 1179-15	1832	BZ 1698-7	2014	LM 30637	2190	EMP 82	1974
08	POT 93	1831	POT 4	2002	POT 66	2144	DOR 54	1881
09	BZ 1977-3	1828	POT 28	1942	POT 48	2100	LM 21124	1877
10	BZ 1977-1	1769	82 PVBZ 1770	1939	LM 30638	2095	84 VAN 145	1859
\bar{X}_{10}	1892		2047		2236		2012	
TESTIGOS								
01	RIO DOCE	1398	IPA 6	2239	PRETO 132	1774	PRETO 132	1986
02	A 281	1330	EMGOPA 201 OURO	2109	RIO TIBAGI	1864	RIO TIBAGI	1962
03	CARIOCA	1524	IPA 74-19	1861	ICTA QUETZAL	1732	ICTA QUETZAL	1883
04	A 252	1740	JALO EEP 558	1210	XODO	1636	XODO	1725
\bar{X}_4	1498		1855		1752		1889	
MEDIA EXP. (64)	1503	MEDIA EXP. (100)	1676	MEDIA EXP. (64)	1721	MEDIA EXP. (64)	1622	
LSD (5%)	313		419		460		360	
CV (%)	14.9		18.0		19.2		15.9	

CUADRO 14 (CONT.). LAS 10 MEJORES LINEAS DEL EXPERIMENTO DE ALTOS INSUMOS SEMBRADO DURANTE LA ESTACION INVERNAL DE 1987 CON RIEGO DE PIVOTE CENTRAL.

PRECOCE		BLANCO		PURPURA		
IDENT.	MEDIA REND. (kg/ha)	IDENT.	MEDIA REND. (kg/ha)	IDENT.	MEDIA REND. (kg/ha)	
01	EEP 876/75	1930	73 VUL 3246	1848	MX 1418-1	2078
02	A 410	1928	COL 3246	1826	TY 3356-9	1912
03	82 BGMV 14	1897	GUATEMALA 547	1742	TY 3361-6	1770
04	DOR 202	1891	CALIF.S.W.643	1700	TY 3364-15	1761
05	A 440	1887	PERRY MARROW	1642	TY 3350-3	1751
06	AN 520176	1806	PANAMITO MEJORA	1608	MX 2709-24	1742
07	EEP 404/75	1787	OAX - 68	1573	TY 3332-1	1725
08	CF 840081	1773	ANDINO 3	1556	AN 512907-0	1699
09	CF 3415	1771	EEP 25623	1535	RAO 33	1674
10	BAT 1258	1694	CALIF.S.W.643A	1419	MUS 6	1642
\bar{X}_{10}		1837		1645		1775
TESTIGOS						
01	JALO EEP 558	1881	JALO EEP	1482	BAT 41	1290
02	BAT 41	1722	CARIOCA	1468	LM 10348	1026
03	G. PRECOCE	1378	--		CNF 10	1268
04	HUETAR	1174	--		--	1330
\bar{X}_4		1539	\bar{X}_2	1475	\bar{X}_4	1229
MEDIA EXP. (48)	1532	MEDIA EXP. (25)	1366	MEDIA EXP. (36)	1491	
LSD (5%)	385		241		327	
CV (%)	18.0		12.5		15.7	

CUADRO 15. RENDIMIENTO PROMEDIO DE LAS MEJORES LINEAS EN CONDICIONES DE NO ESTRES Y DE ESTRES DE P CON SU FACTOR DE RESPUESTA U REQUERIMIENTO DE P ADICIONAL PARA ALCANZAR EL RENDIMIENTO MAXIMO.

IDENTIFICACION	REND. (KG/HA)		FACTOR RESPUESTA ALFA	REQUERIM. P ADICIONAL PARA ALCANZAR REND. MAXIMO
	NO ESTRES	ESTRES P		
SEMILLA NEGRA				
01 POT 51	2328	1075	10.4	135
02 LM 30638	2000	765	10.3	166
03 LM 30630	2049	995	8.8	169
04 LM 30628	1958	789	9.7	174
05 BAT 48	1825	909	7.6	206
06 DOR 352	1790	908	7.3	215
07 POT 65	1746	841	7.5	218
08 SAN FERNANDO	1645	679	8.1	222
09 DOR 147	1617	625	8.3	223
10 ESPARSA 21	1652	731	7.7	227
TESTIGOS				
01 ICTA QUETZAL	1149	711	3.6	490
02 ICTA JUTIAPA	1282	637	5.4	341
03 PUEBLA 152	1176	244	7.8	286
04 RIO TIBAGI	1483	516	8.1	242
05 LM 30074	861	148	5.9	394
MEDIA EXP.	1387	579	6.7	-
SEMILLA CREMA				
01 BZ 1621-1	2170	1101	8.9	158
02 BZ 2231-11	2044	1066	8.2	176
03 BZ 2240-2	1763	747	8.5	207
04 TY 3446-2	1843	968	7.3	211
05 POT 23	1887	1132	6.3	219
06 BZ 2643-1	1900	1153	6.2	219
07 POT 2	1717	757	8.0	219
08 BZ 2518-1	1730	777	7.9	219
09 BZ 3918-5	1804	948	7.1	220
10 POT 6	1695	750	7.9	223
TESTIGOS				
01 A 351	1805	879	7.7	211
02 G 4000	1614	657	8.0	232
03 EMGOPA 201 OURO	1600	910	5.8	275
04 G 5059	1651	786	7.2	239
05 IPA 74-19	1113	369	6.2	345
MEDIA EXP.	1367	667	5.8	-

CUADRO 15 (CONT.). RENDIMIENTO PROMEDIO DE LAS MEJORES LINEAS EN CONDICIONES DE NO ESTRES DE P CON SU FACTOR DE RESPUESTA U REQUERIMIENTO DE P ADICIONAL PARA ALCANZAR EL RENDIMIENTO MAXIMO..

IDENTIFICACION	RENDIMIENTO (KG/HA)		FACTOR RESPUESTA	REQUERIMIENTO ADICIONAL PARA ALCANZAR REND. MAXIMO
	NO ESTRES	ESTRES P		
TIPO CARIOCA				
01 BZ 1977-6	1588	923	5.5	254
02 BZ 3836-3	1616	974	5.3	254
03 BZ 1977-5	1571	948	5.2	264
04 BZ 2511-5	1532	972	4.7	287
05 POT 84	1507	925	4.8	290
06 BZ 3836-2	1353	861	4.1	356
07 TY 3463-1	1296	915	3.2	439
08 POT 83	1523	1219	2.5	440
09 POT 90	1249	864	3.2	455
10 POT 93	1596	1359	2.0	481
TESTIGOS				
01 A 247	1242	572	5.6	312
02 A 283	1284	967	2.6	520
03 CARIOCA	1144	834	2.6	571
04 A 281	1467	1041	3.5	366
MEDIA EXP.	1239	829	3.41	-
SEMILLA PURPURA				
01 POT 96	1864	826	8.7	166
02 TY 3361-6	1793	585	10.1	167
03 TY 3332-1	1795	740	8.8	174
04 TY 3361-1	1808	842	8.1	177
05 RAB 96	1845	965	7.3	179
06 TY 3361-2	1696	558	9.5	181
07 MX 1418-2	1681	764	7.6	199
08 TY 3350-4	1641	695	7.7	205
09 MUS 6	1583	620	8.0	207
10 TY 3350-2	1431	888	4.5	308
TESTIGOS				
01 BAT 41	906	288	5.2	381
02 LM 10348	1005	387	5.2	362
03 CNF 10	787	369	3.5	544
MEDIA EXP.	1349	554	6.6	-

C. Africa

1. Cooperación Interregional en Africa

Los tres proyectos regionales de frijol separadamente financiados en Africa son implementados por CIAT de una manera concebida para aprovechar la estructura descentralizada de personal principal mientras se mantiene un equipo de trabajo interdisciplinario entre una masa crítica de científicos. Una cooperación muy estrecha con científicos nacionales se incentiva al nombrar personal regional con base en cuatro programas nacionales ubicados en zonas agroecológicas diferenciadas mientras las estrategias regionales de investigación son preparadas por grupos interdisciplinarios de científicos regionales y nacionales.

El Proyecto de los Grandes Lagos es apoyado por el SDC, el Proyecto Meridional de Africa por CIDA, y el Proyecto de Africa Oriental conjuntamente por la USAID y CIDA. Los tres grupos regionales cooperan estrechamente en las áreas de diseño de estrategias de investigación, investigaciones regionales, capacitación e intercambio de información.

Mientras la estrategia general de investigación para una región se diseña en consulta con su propio comité de coordinación, (compuesto de los coordinadores de programas nacionales y el coordinador regional del CIAT), talleres especializados que cubren toda Africa se celebran periódicamente para revisar en detalle las necesidades de investigación de un tema seleccionado. Después de la reunión del año pasado sobre la mosca del frijol un grupo de patólogos de frijol y mejoradores experimentados de programas nacionales, los científicos de la sede y los científicos regionales de CIAT y especialistas de otros sitios, se reunieron en Kigali, Ruanda para revisar enfoques a enfermedades causadas por hongos y bacterias en el frijol. Se analizó el progreso en la superación de enfermedades específicas, se identificaron necesidades de investigación y se comparó la metodología para asegurar compatibilidad de los resultados esperados de los muchos científicos colaboradores. Se publicarán las Memorias. Una reunión similar se planea para 1988 sobre mantenimiento y mejoramiento de la fertilidad del suelo en sistemas de cultivo basados en frijol.

Cada proyecto regional proporciona apoyo técnico para subproyectos de investigación colaborativa centrados en temas prioritarios. La mayoría de estos subproyectos se centra en enfermedades de frijol, e incentivan la cooperación regional a través de la especialización nacional. Por ejemplo, Burundi tiene buenas condiciones ambientales y el personal necesario para examinar cantidades grandes de germoplasma por resistencia al añublo bacteriano común (CBB), y ha asumido un papel de liderazgo en este tema. Como Africa Oriental también ahora ha identificado el CBB como una prioridad, los científicos de Uganda se reunieron con sus contrapartes de Burundi en 1987 para desarrollar un subproyecto para esa región que complementaría el trabajo en la

región de los Grandes Lagos. Un mayor número de ejemplos están apareciendo de esta forma de cooperación inter-regional.

El intercambio de germoplasma a través de Africa, facilitado por los proyectos regionales, a menudo reúne países que están geográficamente muy lejos. Por ejemplo, en 1987 Etiopía solicitó a Zambia, ubicados en los Grandes Lagos y en la región Meridional de Africa, que ayudaran a proporcionar germoplasma de frijol voluble que se adapta a ambientes relativamente calientes. La serie de AFBYAN representa un enfoque sistemático al intercambio de germoplasma a través de Africa, y sus resultados, registrados en otra sección, sugieren la utilidad de este tipo de pruebas para la identificación de ambientes a través del continente que son suficientemente similares para facilitar los intercambios directos de material.

Aunque cada proyecto regional cuenta con un fitogenetista y un agrónomo, otras disciplinas están presentes en sólo uno o dos de los programas para que el complemento general de personal en Africa sea equilibrado. Ciertos científicos regionales en consecuencia cubren una zona más grande que su región de base, al actuar en capacidad de apoyo para los científicos de otra región. Por ejemplo, en 1987 el antropólogo regional de los Grandes Lagos ayudó en una encuesta diagnóstica realizada en Uganda, y el año anterior el patólogo regional de Africa Meridional participó en un curso de capacitación en Etiopía sobre métodos de investigación.

Los coordinadores regionales sirven como el enlace primario entre las tres regiones, y uno de ellos tiene responsabilidades adicionales relacionadas con la coordinación general de los proyectos en Africa. Estos científicos se mantienen al corriente de actividades y resultados en otras regiones, por ejemplo al asistir a otras reuniones del comité de coordinación en capacidad de observadores. El contacto directo entre científicos nacionales a través de límites regionales también ocurre frecuentemente, tanto en reuniones de especialistas de toda Africa como en menor grado en talleres regionales específicos. Los investigadores de los países lindantes de Rwanda, Tanzania y Uganda en particular son incentivados por los tres proyectos regionales para visitarse unos a otros y para presentar resultados en reuniones celebradas en un país vecino.

2. Apoyo de la Sede para Proyectos Regionales Africanos

Por más de un decenio antes de la ubicación de personal de CIAT en los tres proyectos regionales de África Oriental, Meridional y Región de los Grandes Lagos, la sede de CIAT estaba colaborando con diversos programas nacionales africanos a través del envío de viveros internacionales de frijol como el IBYAN, EP y VEF. De estos viveros varias variedades se habían liberado en diferentes países africanos (Cuadro 1).

Empezando en 1983, con la llegada del personal de CIAT a la Región de los Grandes Lagos, números más grandes de materiales mejorados (líneas y poblaciones segregante avanzadas) empezaron a despacharse a los programas nacionales (Cuadro 2). El fin de estos envíos fue proporcionar a los programas africanos germoplasma diverso que incluyera fuentes de resistencia o tolerancia a las enfermedades principales a otros factores limitantes de la producción. Muchos de estos materiales están actualmente en pruebas avanzadas de rendimiento como candidatos a variedades, y las líneas avanzadas de selecciones hechas localmente dentro de poblaciones segregantes se han enviado a CIAT a través de la cuarentena de un tercer país, Inglaterra, para entrar a los bloques de cruzamiento, el VEF 88, para que sirvan como progenitores en un segundo ciclo de mejoramiento (Cuadro 3). Los materiales africanos mejorados incluidos en el VEF de CIAT también se enviarán a otras regiones productoras de frijol de América Latina y África, lo que permitirá a otros programas nacionales usar estos materiales en sus propios programas de mejoramiento varietal.

El envío de poblaciones segregante a África refleja un cambio fundamental en la estrategia de mejoramiento de frijol por parte de la sede de CIAT. Antes de 1983, el enfoque de CIAT fue en general enviar a los programas nacionales líneas elites avanzadas que habían pasado con éxito a través de diversas etapas de evaluación.

Las modificaciones de este enfoque evolucionaron con el transcurso del tiempo cuando los programas nacionales se volvieron más auto suficientes en sus programas de mejoramiento y empezaron a solicitar cruzamientos específicos especialmente ajustados a las limitaciones locales de producción. Para el África, dependiendo de la fortaleza de cada programa nacional, el envío de poblaciones segregantes para selección local se consideró como crítico. Hay nuevas especies de insectos y organismos patógenos presentes en África que no se hallan en América Latina, como la mosca del frijol (tres especie de *Ophiomyia*), los escarabajos azules comedores de hojas (*Ootheca bennigsenni*) y la roña (*Elsinoc phaseoli*). Diferentes razas y cepas de los organismos patógenos principales del frijol como BCMV, antracnosis, añublo de halo, mancha angular de la hoja, y otros también han sido identificados en África que no estaban presentes en Colombia. Estas diferencias entre las enfermedades y plagas con América Latina, y especialmente con Colombia, junto

con los diferentes sistemas de cultivo y preferencias de aceptabilidad de los consumidores en Africa, requieren que la selección en generaciones segregantes se realice en condiciones locales en Africa dentro de cruzamientos específicamente planificados para combinar factores de resistencia apropiada con adaptación local. Para planificar y ejecutar estos cruzamientos, algunas variedades superiores se trajeron de Africa al banco de germoplasma de CIAT a través de la cuarentena en Inglaterra. Se eligieron fuentes de resistencia usando datos proporcionados por los programas nacionales obtenidos en evaluaciones de los viveros de enfermedades y bloques de cruzamiento internacionales (líneas avanzadas de CIAT), y los cruzamientos se planificaron para cada país. En 1987, 668 cruzamientos se hicieron para Africa y 534 poblaciones segregantes se despacharon.

Además del apoyo general con respecto a los cruzamientos que la sede de CIAT proporciona a los programas nacionales africanos y al personal regional, CIAT también colabora con programas de mejoramiento varietal africanos a través de la incorporación de genes específicos de resistencia en variedades locales de frijol y líneas elite usando un programa de retrocruzamiento. Tres programas de mejoramiento (BCMV, antracnosis y añublo de halo) están actualmente en operación. El más grande de éstos es el proyecto de BCMV que se describió en el Informe Anual de CIAT, 1986. Básicamente, la presencia de cepas que inducen necrosis (raíz negra) halladas en la mayoría de las regiones productoras de frijol de Africa gravemente limita la utilidad de muchas líneas mejoradas elite de CIAT que contienen sólo el gen I que confiere resistencia contra cepas del virus que inducen mosaico. Las cepas que inducen necrosis en Africa atacan genotipos de frijol que sólo contienen el gen I que causa necrosis sistémica y muerte de la planta. Las plantas sin el gen I (variedades locales africanas) también son atacadas por estas cepas de BCMV y los síntomas del mosaico se expresan.

El programa de retrocruzamiento está diseñado para incorporar fuentes conocidas de resistencia contra las cepas que inducen mosaico y necrosis en variedades africanas y líneas elites de CIAT. Se planea realizar cruzamientos para combinar el gen I con los genes recesivos *bc1.2* o *bc2.2*, o *bc3* solo, los cuales dan resistencia contra cepas del virus que inducen raíz negra. Dos ciclos de retrocruzamiento se realizan para cada cruzamiento y selecciones resistentes F4 son enviadas a Africa para evaluación en el campo.

Programas similares de retrocruzamiento también se están realizando para incorporar resistencia a ciertas razas de antracnosis y añublo de halo en materiales africanos. Estos programas de mejoramiento también se han descrito en Informes Anuales de CIAT anteriores (1985, 1986).

Las generaciones segregantes y los retrocruzamientos que se despachan al Africa. También se siembran en Colombia en las estaciones experimentales de CIAT. Se hacen las evaluaciones y selecciones en condiciones locales colombianas y las líneas avanzadas que se originan de estos cruzamientos entran el VEF como líneas codificadas "AFR". En 1987, 86 líneas avanzadas de AFR se evaluaron en el VEF. Estos materiales también fueron a Africa para examen selectivo y evaluaciones locales.

Cuadro 1. Variedades de frijol liberadas en Africa de germoplasma y líneas mejoradas de CIAT.

País	Nombre varietal	Identificación CIAT
Burundi	Calima	G 4435 (Diacol Calima)
Ruanda	Rubona 5	G 4523 (ICA Palmar)
	Ikinyange	A 197
Rep. Surafricana	Cordoba	BAT 317
Tanzania	Uyole 84	G 1821 (Garbarcillo)
Zambia	Carioca	G 4017 (Carioca)

Cuadro 2. Materiales mejorados enviados a la Región de los Grandes Lagos desde CIAT, 1983-1987A.

País	Poblaciones Segregantes			Líneas Avanz.		
	83/84	85	86/87A	83/84	85	86/87A
Ruanda	223	678	30	397	1229	102
Burundi	-	106	42	420	667	-
Zaire	-	64	40	-	329	-

Cuadro 3. Líneas avanzadas de Ruanda seleccionadas de poblaciones segregantes enviadas desde la sede de CIAT.

Código de Líneas	Cruzam. CIAT como F ₄ masal
RWR 45 ¹	ICA 10847 x BAT 1580
RWR 47	G 8043 x BAT 1222
RWR 58	G 6636 x A 117
RWR 63	G 6415 x XAN 43
RWR 96	G 8106 x Kabanima
RWR 104	Royal Red x Canadian Wonder
RWR 201	G 14308 x BAT 1386
RWR 209	G 14307 x BAT 1345
RWR 221	Rubona 5 x G 7480

¹ Líneas avanzadas de Ruanda entrarán al VEF 88 de CIAT para evaluación.

3. Proyecto Regional de los Grandes Lagos

El Proyecto Regional de los Grandes Lagos sirve la zona de Africa Central que comprende Burundi, Ruanda y Zaire. El proyecto trabaja con las instituciones nacionales de investigación agronómica de la región: Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda (ISAR); Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU); y con ambos el Programme National de Legumineuses du Zaire (PNL) y su Institut National des Etudes et Recherches Agricoles (INERA).

Desarrollo y evaluación varietal

El desarrollo de nuevas variedades en ISABU, ISAR y PNL-Mulungu continúa progresando. Cada uno de los programas tiene un programa de desarrollo varietal completo incluyendo manejo de poblaciones segregantes de cruzamientos, ya sea hechos en CIAT o por los propios programas. Los programas ahora están seleccionando un gran número de líneas mejoradas por rendimiento con el fin de identificar unas pocas variedades selectas para ensayos regionales y pruebas a nivel de finca. Con el fin de la estación 1987 B, cada uno de los programas iniciará un ciclo nuevo de selección varietal, avanzando variedades nuevas promisorias. Las variedades promisorias de las pruebas regionales de ISAR con frijol arbustivo en 1987 son RWR 221, RWR 222, Kinyugwe, Amashongosha, Kibuya y PVA 1438, todas las cuales superaron a la variedad estándar de ISAR, Rubona 5 (ICA Palmar). Estas variedades pasarán con más probabilidad a los ensayos a nivel de finca en Septiembre. El frijol voluble todavía recibe prioridad por parte de ISAR, y Ruanda continúa teniendo el programa de frijol voluble más avanzado de la región. El programa tiene varias variedades muy promisorias incluyendo G 685, G 13932, G 811, Puebla 444 Criollo, Urunyumba 3, G 2333, G 858, y más recientemente variedades identificadas como Gisenyi 2 Bis, Kiruli, 82/265-MG-MG-2 y G 2338.

Durante el primer trimestre, una serie grande de pruebas con frijol voluble para confirmación/difusión se instaló en Ruanda central sur en colaboración con ISAR y el proyecto Agroforestal, PAP. Aunque el frijol voluble rara vez se ve en esa región, las investigaciones en la estación experimental han mostrado su potencial de alto rendimiento. Por el diseño sencillo y la participación de los agricultores en su establecimiento y manejo, fue posible instalar un gran número de pruebas.

ISABU también está haciendo del frijol voluble una alta prioridad para zonas densamente pobladas. Un número más pequeño de pruebas de frijol voluble preliminares también se instaló en Burundi. Las fuentes de materiales de soporte (tutores) parecen ser el problema principal en la adopción del frijol voluble, pero algunos agricultores están hallando soluciones locales que incluyen tallos de yuca y fibras de banano.

La colaboración en desarrollo varietal en la parte más baja de Zaire (Bas Zaire, Shaba, Kasai Oriental) se inició este año con la siembra de pruebas regionales de frijol arbustivo y voluble y varios otros viveros de germoplasma de CIAT. Bas Zaire es una importante región productora de frijol con hasta 50,000 hectáreas sembradas principalmente en marzo y abril.

Las investigaciones de frijol iniciadas en 1985 por PNL-Zaire en otras zonas importantes de producción de frijol de la región fuera de Kivu ahora están siendo rápidamente ampliadas. Varios viveros de frijol enviado de CIAT, incluyendo el EP 1985 y algunos viveros, preparados especialmente para examinar una variedad amplia de germoplasma, se sembraron en octubre en las estaciones de Gandajika y Kaniama en Kasai Oriental. Cerca de 400 líneas se examinaron en las dos estaciones durante este año. Sorprendentemente, los rendimientos en Gandajika fueron buenos con rendimientos de las mejores variedades de 1000 a 1500 kg/ha sin fertilizante u otros insumos. Las líneas promisorias de estas evaluaciones incluyen RAB 164, RIZ 53, EMP 154, A 429, A 411, A 445, EMP 112, Carioca y, posiblemente, las dos más promisorias, A 321 y BAT 1449. Varias de estas líneas, especialmente A 321, han sido anteriormente identificadas como de alto rendimiento en una variedad amplia de localidades que incluyen Kivu, Zaire y Moso, Burundi. Los ensayos varietales de frijol se extendieron a Bas Zaire y Lubumbashi, Shaba durante la estación 1987 B (siembras de febrero a marzo).

Pruebas de protección de plantas

El desarrollo de tecnología de protección de plantas, que empezó con un diagnóstico de los principales organismos patógenos y plagas de insecto que se deben controlar para aumentar los rendimientos, ahora está produciendo los frutos del trabajo de varios años. Altos niveles de resistencia a la mancha angular y a la antracnosis se han identificado, y un vivero internacional de *Ascochyta* que comprende los mejores materiales de África y América se ha reunido y distribuido. Además, se buscan recursos financieros para un proyecto colaborativo con dos institutos holandeses para aclarar la taxonomía del complejo del añublo de *Ascochyta* y la variación patógena de sus componentes.

Pruebas combinadas, que se centran en el efecto de variedades resistentes agregadas a las mezclas, se iniciaron en colaboración con PNL-Zaire durante el último trimestre de 1986. Un conjunto pequeño de pruebas de investigaciones de producción de semillas artesanal a nivel de finca se establecieron cerca de Rubona, Ruanda.

La eficiencia de los programas de selección varietal en la región, en particular aquellos que se centran en la resistencia a las enfermedades, necesita mejorarse. Los viveros de selección a menudo no tienen suficiente presión uniforme de enfermedades para seleccionar líneas resistentes a las enfermedades eficazmente. En Ruanda dos de las variedades más promisorias liberadas

recientemente (A 197 y Rubona 5) son muy susceptibles a la antracnosis, una enfermedad importante en Ruanda.

La fortaleza del trabajo de patología y entomología de frijol en la región fue evidente en un seminario regional de patología organizado por IRAZ e ISABU bajo el liderazgo del Dr. A. Autrique y financiado por el Centre Technique de Cooperation Rural (CTA). Estuvieron representados los patólogos que trabajan con cultivos alimenticios de Zaire, Ruanda, y Burundi y representantes de Kenya, Camerún y Bélgica. Fue gratificante que las más sustanciales y mejor presentadas presentaciones vinieron de científicos que trabajan en frijol. Esto se reflejó claramente en comentarios de muchos delegados incluyendo el Dr. Meyer, el delegado principal del programa de la cooperación belga.

Viveros

El PRELAAC (Vivero Regional de Evaluación de Líneas Avanzadas en Africa Central) se inició durante la estación 1987 A con 176 líneas avanzadas promisorias de los tres programas nacionales. Durante 1987 A y B, el vivero se evaluó por ocho caracteres diferentes incluyendo mosca del frijol, Xanthomonas, añublo de halo, la resistencia de Ramularia (en ISABU), Ascochyta, antracnosis y BCMV (en ISAR), y resistencia a roya y mancha angular (ALS) (en PNL). Los datos de esta prueba deben aumentar considerablemente la eficiencia de los programas nacionales de selección varietal. El PRELAAC también actualmente se está evaluando por tiempo de cocción y absorción de agua.

Investigaciones a nivel de finca

Se estableció un gran número de pruebas a nivel de finca en la región Central de Meseta de Ruanda para examinar el potencial de frijol voluble. Si, en efecto, prometen, se iniciarán pruebas varietales comparativas a nivel de finca por ISAR en la Meseta Central en setiembre. Más énfasis también se debe poner en las pruebas a nivel de finca en Ruanda del norte, una región tradicional de frijol voluble, para evaluar la gran cantidad de variedades de frijol voluble desarrolladas o identificadas en la estación montañosa del norte, del ISAR, Rwerere.

Pronto se liberarán varias variedades de frijol arbustivo actualmente en ensayo a nivel de finca en Ruanda y Burundi. Además, las variedades de frijol voluble G 2333, Urunyumba 3 y Giseny 2 Bis también están concurrentemente multiplicándose para una posible distribución. Un logro importante reciente es la transferencia de la responsabilidad de planificación, manejo de las pruebas varietales a nivel de finca en Ruanda del agrónomo de CIAT a los investigadores y técnicos de ISAR. Esta transferencia de responsabilidad sigue la estrategia de CIAT de refuerzo de las investigaciones nacionales a través de la participación, seguido por un retiro gradual hacia una función de coordinación y asesoría.

Un nuevo sistema simplificado de evaluación por los agricultores de las pruebas varietales de frijol arbustivo a nivel de finca llevadas a cabo directamente por proyectos colaboradores en Ruanda está trabajando bien. Todos los proyectos que recibieron formularios de evaluación los completaron. Las variedades PVA 1272, G 2333 (frijol voluble), Kilyumukwe y Kirundo con mayor frecuencia fueron citadas por los agricultores como superiores a sus propias mezclas; mientras que G 13671 y Urubonono fueron casi universalmente rechazadas por su tipo de planta rastrera, baja calidad de granos, susceptibilidad a las enfermedades y madurez tardía.

La encuesta de seguimiento de frijol voluble, realizada en colaboración con PAP y las comunas de Syand y Ngoma de Ruanda, mostró considerable promesa para producir frijol voluble. Más de 90% de los agricultores participantes entrevistados señaló sus planes para re-sembrar las variedades volubles en la estación 1988 A y para aumentar la zona sembrada con frijol voluble. La variedad Giseny 2 Bis gustó especialmente por su combinación de alto rendimiento, vigor y muy rápido tiempo de cocción.

El material de soporte (tutores) continúa siendo la limitación principal para el aumento de la producción, y las investigaciones sobre este problema son permanentes.

El análisis de una encuesta centrada en métodos agrícolas para frijol voluble, realizada con 49 agricultores en Kivu meridional, Zaire, también se completó durante el segundo trimestre de 1987. Los datos se usarán en la transferencia de tecnología de frijol voluble a zonas vecinas. Además, las pruebas a nivel de finca en zonas productoras de frijol no voluble estarán diseñadas con base en los métodos culturales identificados en esta encuesta. Es interesante que las densidades de plantas en las zonas productoras de frijol voluble en Kivu meridional sean muy altas (más de 300,000 p/ha) como lo son en muchas zonas productoras en Ruanda del norte.

Encuestas de producción

La colección de datos se inició el primer trimestre para documentar la producción actual de Kilyumukwe en las zonas orientales de tierras bajas del país para futuros estudios de adopción. Esta variedad muestra grandes promesas en el oriente, y un buen esfuerzo de extensión debe ampliar su uso, con aumentos de producción subsiguientes. ISAR, SSS (el servicio nacional de producción de semillas) y un proyecto de desarrollo, Kibungo II, están multiplicando grandes cantidades de Kilyumukwe.

Estudios de caso

Estudios de caso se iniciaron en Kivu Meridional, Zaire y en la Meseta oriental de Ruanda, en colaboración con PNL-Zaire y la Encuesta Agrícola, Ruanda (USAID).

Un estudio de caso de 15 agricultores de frijol en la Prefectura de Kigali se llevó a cabo en colaboración con SESA (Servicios Agrícolas Estadísticos) de Ruanda. El estudio de caso se centró en la relación entre mercadeo de frijol y técnicas de producción de frijol. Se halló que los compradores de frijol tienden a cultivar una zona más pequeña, pero más productiva y laboriosa de frijol que los vendedores de frijol. El análisis de un segundo estudio de caso en Kabare, Kivu Meridional, también se completó durante el segundo trimestre de 1987. Muchos de los resultados en el estudio de caso de Kabare realizado en 1987 A apoyaron los resultados obtenidos en la encuesta diagnóstica de 1986 A - 1986 B de Zaire. Los estudios de caso señalan la posibilidad de aumentar la producción de frijol por los agricultores mediante modificación de sus actuales prácticas de manejo de fertilidad de suelo.

Tratamiento de semillas

Las pruebas avanzadas de tratamiento de semillas que utilizan productos químicos seleccionados para controlar la pudrición de la raíz y la mosca del frijol están siendo realizados por ISABU en Burundi y en fincas en colaboración con los proyectos agrícolas de ISAR en Ruanda. Los tratamientos de semilla están mostrando buen potencial para controlar los organismos patógenos transmitidos por la mosca del frijol y por la semilla. La extensión de la tecnología de tratamiento de semillas, usando cantidades pequeñas de productos químicos efectivos pero seguros, tendría una repercusión fuerte en los rendimientos de frijol en la región. El riesgo posible a la salud por usar estos productos químicos sigue siendo una pregunta difícil. En pruebas en la estación experimental en Burundi, endosulfan WP 35% se comportó mejor que el lindano, y un buen control de plagas se obtuvo a concentraciones de sólo 1g/kg de semilla. Estos resultados necesitan comprobarse aún más, pero los datos de rendimiento sugieren que sólo un aumento de rendimientos de 25 kg/ha se necesita para recuperar la inversión. Para organismos patógenos transmitidos por el suelo y por la semilla, un tratamiento de semillas con benomil y tiram produjo un aumento de 275 kg/ha de rendimiento en la primera estación de experimentos a nivel de finca.

Estudios nutricionales y de calidad del frijol

El proyecto recibió cocinadores de frijol adicionales por parte de CIAT, los que se enviaron a Gandajika (Kasai Oriental), la sede nacional del programa de leguminosas, para evaluaciones de calidad de frijol. Nuevos cocinadores Mattson Bar Drop,

manufacturados y entregados por CIAT, se calibraron en el laboratorio ISAR de Rubona. Estos nuevos cocinadores se dieron a Burundi y los programas nacionales de Zaire. Hay una correspondencia muy buena entre tiempo de cocción a nivel de finca e índice de tiempo de cocción de laboratorios usando estos cocinadores de barra caediza. Un análisis de muestras de frijol del mercado de Kampala también se realizó, los resultados del cual se enviaron al programa nacional de Uganda.

En cuanto a investigaciones de calidad, un estudio se inició a nivel agrícola para documentar cómo las diferencias en el tiempo de cocción (causadas por el método de cocción o la variedad de semilla cocinada) afecta las necesidades de leña. Se evaluó la correspondencia entre tiempo concreto de cocción con los métodos del agricultor y el índice de tiempo de cocción del laboratorio usado para examen varietal selectivo en el programa de mejoramiento.

El estudio se inició con cinco agricultores durante la estación de 1987 A y se repetirá durante 1987 B con 18 agricultores. Los resultados obtenidos mostraron que los agricultores usan cerca de 8 kg de madera para cocinar 1.5 kg de frijol; el tiempo de cocción promedio fue cerca de tres horas. Se observaron diferencias varietales en tiempo de cocción y en las correspondientes necesidades de combustible. El remojo antes de cocinar reduce el tiempo de cocción y el uso de leña cerca de 50%.

Subproyectos regionales

Una exitosa división de las responsabilidades de investigación entre programas nacionales está en operación. Los subproyectos principalmente desarrollados son el subproyecto sobre la mancha angular llevado a cabo por PNL-Zaire (estudios de reducción de rendimientos y viveros de selección de resistencia), mosca del frijol por ISABU (evaluaciones de resistencia y control químico y cultural), y subproyectos sobre Pseudomonas y Xanthomonas (importantes organismos patógenos bacterianos de frijol en la región) también llevados a cabo por ISABU (examen selectivo varietal, estudios de reducción de rendimientos, identificación de razas). Complementando éstos proyectos, el personal de CIAT está asignando importancia al examen de BCMV y a la selección de variedades resistentes. Además, el virólogo de ISABU está planificando una encuesta regional de cepas de BCMV. Los resultados serán muy importantes ya que la raíz negra parece ser mucho más frecuente en Ruanda que en Burundi y Zaire.

Los subproyectos regionales en cuanto a Xanthomonas y Pseudomonas halo, Ascochyta y antracnosis se iniciaron en 1987. Las investigaciones llevadas a cabo como parte de estos subproyectos ya han proporcionado información muy útil a los programas nacionales, incluyendo el refinamiento de técnicas de inoculación

para algunas de estas enfermedades. Esto permitirá la evaluación más exacta de la resistencia a estas enfermedades.

En las discusiones del comité de coordinación, se aprobaron los siguientes subproyectos regionales:

- Mancha angular, examen selectivo y proyecto de investigaciones, PNL-Zaire
- Mosca del frijol, control cultural y químico y examen varietal selectivo, ISABU.
- Enfermedades bacterianas, exámenes y proyecto de investigaciones, ISABU

Colaboración y capacitación regional

Las comunicaciones entre programas nacionales dentro de la zona de Grandes Lagos se facilitó por las reuniones del comité de coordinación celebradas cuatro veces durante el año, en las cuales se trataron temas investigativos entre representantes de los programas y científicos de CIAT nacionales. Un folleto descriptivo (en francés) del Proyecto Regional de los Grandes Lagos se completó y se está imprimiendo en la sede de CIAT en Colombia para difusión, con el fin de aumentar la comunicación y comprensión entre el proyecto y los programas nacionales. La capacitación continuó recibiendo alta prioridad dentro del proyecto como se ve en una serie de talleres propuestos y/o completados.

El Taller Sovu, el Segundo Curso de Capacitación Técnica, que se celebró del 8 al 12 de diciembre, 1986 en Sovu y Rubona (Ruanda) con 25 técnicos participantes, se organizó en colaboración con ISAR. El objetivo fue adiestrar a los técnicos en temas orientados al campo como planificación, instalación, manejo y cosecha de pruebas a nivel de finca y de estación, identificación y puntaje de enfermedades y daños de insecto, técnicas simples para encuestar agricultores, almacenamiento de semillas, preparación de datos y ejercicios prácticos de matemáticas. Los participantes vinieron de ISAR, ISABU, PNL-Zaire y proyectos agrícolas de los tres países. Los temas fueron presentados por científicos de programas nacionales de los tres países y por el personal de CIAT.

Del 12 al 15 de mayo un Taller de Orientación de Sistemas Agrícolas se celebró en Bujumbura, Burundi con el fin de promocionar las investigaciones a nivel de finca en ISABU y los proyectos agrícolas de Burundi. El taller, co-organizado por ISABU, CIAT y CIMMYT, tenía 30 participantes.

El Tercer Seminario Regional de Investigaciones a Nivel de Finca, organizado por EMSP de ISAR y CIAT, tuvo lugar del 15 al 22 de mayo en Remera, Ruhengeri, Rwanda. El fin de este seminario fue aprender acerca del enfoque de las investigaciones a nivel de finca de los proyectos que colaboran con ISAR, visitar sus pruebas, y hacer recomendaciones sobre la metodología de

investigación a nivel de finca y manejo en ISAR. El seminario atrajo 45 participantes quienes discutieron los programas entre sí. El director general de ISAR que expresó su interés en esta actividad, dió el discurso de apertura sobre el estado de la investigación a nivel de finca en ISAR y participó activamente en todo el seminario.

El Tercer Taller Regional de Capacitación Técnica se celebró del 25 de mayo al 3 de junio con la participación de 30 capacitandos. Se centró en el manejo de las investigaciones de leguminosas de granos con énfasis en frijol y soya. Este fue el primer taller de capacitación técnica celebrado en colaboración con IITA. El taller fue co-organizado por CIAT, ISAR e IITA. El taller fue también notable en que la mayoría de las presentaciones fueron dadas por científicos de programa nacionales en la región.

Un Taller de Patología para intercambio de información sobre las principales enfermedades y su control y para crear medios de compartir responsabilidades de investigación entre regiones se celebró en Kigali en noviembre de 1987.

El Tercer Seminario Regional con la participación de participantes externos seleccionados del taller anterior, así como de personal regional se celebró en Kigali en Noviembre de 1987.

4. Proyecto Regional de Africa Oriental

La región Oriental de Africa comprende Etiopía, Uganda, Somalia y Kenya. La coordinación es proporcionada por un agrónomo basado en el Instituto de Investigaciones Agronómicas (IAR) en Etiopía, y la segunda posición regional de agrónomo se basa en Kawanda Research Station del Ministerio de Agricultura y Ciencias Forestales, Uganda.

Conjunto de germoplasma

Los datos todavía no se han compilado plenamente pero varias accesiones combinaron resistencia a los estreses con rendimientos mejores que los controles en cada localidad y se han promovido a la primera etapa de pruebas varietales nacionales en ambos países.

VEFs

Las introducciones del VEF 1986 con tipo satisfactorio de semilla se cultivaron en Etiopía y Uganda. Las mejores se han incluido en los sistemas nacionales de ensayo. Las introducciones del VEF 1987 se multiplicaron a Melkassa, Etiopía bajo cuarentena para probar en 1988.

En Uganda una prueba de rendimiento se cosechó en 1986 para comparar las siete introducciones más promisorias hechas a través de viveros de VEF de CIAT en años anteriores con dos razas nativas y dos variedades liberadas. Todas las introducciones superaron significativamente los materiales locales, y en varios casos por márgenes sustanciales, debido en parte a la mejor resistencia a CBB y roya. Una prueba de rendimiento nacional compuesta de las mejores introducciones y de más introducciones recientes, incluyendo aquellas del AFBYAN fué sembrada en varias localidades. Ensayos a nivel de finca comenzaron en la segunda estación de 1987.

Un conjunto de germoplasma de más de 1200 accesiones representando el rango total de variabilidad en la colección de CIAT se cultivó en localidades ecológicamente diversas en Etiopía y Uganda. Los estreses importantes fueron: mustia hilachosa (Pawe), añublo bacteriano común (Melkassa, Awassa, Kawanda), roya (Awassa); pudrición de la raíz y sequía (Melkassa); y manchas angulares y harinosas (Kawanda).

Etiopía, enfrentado con variación ecológica extrema, usó 19 localidades este año para su etapa final de evaluación en la estación experimental, con materiales agrupados como antes en tres series según el tamaño y color de granos tipos de color blanco pequeño, de coloreados de tamaño mediano y de coloreados de tamaño grande. Algunas localidades se cambiaron este año para ajustar la cobertura de pruebas para representar mejor las zonas productoras importantes y para armonizar las preferencias de los agricultores por tipos de granos. Con el mayor flujo de líneas

promisorias de aquellos tipos de granos preferidos localmente, especialmente rojos, se comprobó que era posible este año reemplazar los tipos no preferidos, como negros, en todas las pruebas avanzadas en las series de coloreados.

En el programa de leguminosas de grano de Somalia, un conjunto mucho más pequeño de materiales, cerca de 100 en total, se ha introducido este año, usando los criterios primarios de color de granos apropiados y adaptación a otras regiones calientes, secas del mundo. El vivero de WANABAN y las selecciones CIAT del banco de germoplasma están incluidos. Los mejores rendimientos en las observaciones no replicadas de la primera estación se obtuvieron de materiales de Turquía, Francia, Colombia, EE.UU. y Hungría. La mosca del frijol y el saltahoja en particular estaban causando daños en la localidad de Afgoi.

La contribución potencial que pueden hacer las introducciones en Etiopía se muestra en el Cuadro 2, que presenta resultados preliminares de la serie nacional de pruebas varietales en la categoría de frijol arriñonado (kidney) (datos para todas las localidades se presentarán en el próximo informe anual). La variedad de testigo local (Speckled Pardo) fue superada significativamente por dos introducciones en Awassa y por todas las introducciones en Melkassa. Es notable que los cruzamientos de Carioca, A 410 y A 262, se introdujeron sólo en 1985, a través del IBYAN.

Los ensayos a nivel de finca de variedades de frijol comenzaron en Uganda en 1987, y continuaron en Etiopía. En cada caso, algunas pruebas simples se usaron para comparar tres o cuatro selecciones de pruebas multilocales anteriores con las variedades de los agricultores, bajo manejo proporcionado por el agricultor. Hasta 15 fincas se usaron en cada zona, y se emplearon tamaños de 50 a 100 m² con una o dos repeticiones por finca. Unas series separadas de variedades se examina para detectar realizar selecciones definitivas para cada zona.

Los resultados de los ensayos a nivel de finca no están todavía disponibles. La introducción W-117-0150-1 fue la de mejor rendimiento de los cuatro materiales más nuevos incluidos en la prueba a nivel de finca de frijoles blancos pequeños para la zona del Rift Valley de Etiopía. Su comportamiento medio a través de localidades sin embargo, no fue significativamente diferente de aquel del control local, Mexicano-142. Como la roya no fue un problema serio este año en las zonas donde estas pruebas estaban ubicadas, el mejor nivel de resistencia mostrado por la introducción GR-385-08 no representó ninguna ventaja. Como parte de este cultivo comercial se produce para enlatar, las introducciones en esta prueba se evaluaron este año también por calidad de enlatado, en colaboración con la Universidad Estatal de Michigan, EE.UU.. Como todas las variedades experimentales probaron ser inferiores a Mexicano-142 en este aspecto, la calidad de envasado adecuada se está introduciendo como un criterio

necesario para el progreso de esta clase de germoplasma a través de las etapas tempranas del programa nacional.

Investigaciones a nivel de finca

Los dos principales objetivos de las investigaciones a nivel de finca han sido comprender los principales sistemas de producción de frijol, y de ese modo identificar oportunidades válidas para que la investigación aumente la productividad del frijol, y para evaluar las innovaciones bajo condiciones reales.

Los últimos dos años han sido marcados por una considerable mejora en la comprensión de las limitaciones de los agricultores en la producción de frijol. Como una consecuencia, varios ajustes se han hecho en las prioridades nacionales de investigación y en los criterios de evaluación. Sin embargo, los métodos y arreglos institucionales usados para lograr esto han sido diferentes en cada país.

Los diagnósticos iniciales acerca de las necesidades de investigación de frijol en Etiopía dependieron de los resultados de encuestas generales de sistemas agrícolas en zonas seleccionadas, en particular cercanas a Nazret Research Center para la zona más seca del Rift Valley de cultivos comerciales en frijol, y próximas a Awassa Research Center en zonas meridionales donde el frijol es un cultivo alimenticio importante. Estas encuestas, realizadas antes del comienzo del programa regional de CIAT, se siguieron en 1986 por las primeras pruebas de variedad a nivel de finca. El manejo de estas pruebas, determinadas en su mayor parte por agricultores cooperantes, ha proporcionado información más detallada sobre prácticas de producción y limitaciones de agricultores. Las mismas dos series de pruebas a nivel de finca continuaron en 1987, con algunos cambios en las introducciones varietales en la serie de frijol alimenticio para reflejar las preferencias de los agricultores por tipos de granos para consumo.

Los resultados de 12 localidades en el Rift Valley de la serie blancos pequeños, sobre los cuales se informó más arriba en desarrollo de variedades, mostraron una variedad amplia de rendimientos promedios en fincas de 154 a 1522 kg/ha, con unos promedios generales de 719 kg/ha. Las causas importantes de la variabilidad en los rendimientos agrícolas en esta zona parecen ser la precipitación y la fertilidad del suelo, siendo altamente variables sobre distancias cortas en la zona de Nazret. Las diferencias grandes en competencia de maleza se notaron entre las localidades que tenían un rango similar de precipitación.

Una encuesta centrada de 50 productores de frijol en el Rift Valley, usando un cuestionario formal con preguntas de final abierto para acompañar observaciones del cultivo de frijol de cada agricultor, se diseñó cooperativamente y se administró en

1987 por el IAR el Programa de Economía Agrícola y de Nazret. Los resultados preliminares han confirmado las observaciones de 1986 acerca de que los agricultores aplican al voleo la semilla a tasas mayores que aquellas desarrolladas y recomendadas para siembra en hileras, y que hacen esto conscientemente para suprimir las malezas y reducir la competencia de mano de obra con la desyerba manual de otros cultivos, en particular Eragrostis teff. Las poblaciones de plantas de los agricultores alcanzaron 750,000 plantas de frijol por ha en zonas más húmedas y más fértiles, o más de dos veces la tasa recomendada; las tasas usadas por los agricultores en las pruebas varietales variaron de cerca de 240,000 a 550,000 por ha. Mientras estas tasas señalan un costo directo asociado con esta forma de manejo de malezas, la encuesta también mostró que, contrario a impresiones anteriores, algunos agricultores se preparan para desyerbar manualmente una vez si el rendimiento potencial del frijol parece merecerlo. En las zonas más áridas del Rift Valley, la falta de rotación de cultivos parece conducir a la acumulación de malezas, a una fertilidad reducida y al abandono eventual del campo.

Un aspecto característico de la función de producción de frijol dentro de sistemas de finca en Etiopía es la capacidad de este cultivo para ajustarse a períodos relativamente cortos de precipitación. El frijol se ha convertido en un cultivo importante en el Rift Valley a pesar de los rendimientos generalmente bajos obtenidos en un clima desfavorable: la precipitación anual es sólo 600-800mm, menos de la mayoría de las zonas de cultivo de frijol de Africa. Con un comienzo retardado de la principal estación lluviosa de este año y una precipitación menos que normal posteriormente, los agricultores ajustaron sus patrones de cultivo a cultivos con períodos más cortos de madurez, y hubo aumentos grandes en las zonas sembradas con frijol y con variedades de Eragrostis teff de maduración temprana, a expensas de maíz y sorgo. El frijol fue común este año también a elevaciones mayores de 1900 a 2100 metros, desplazando la producción de leguminosas tradicionales de rendimientos inferiores pero preferidas, especialmente habas y lentejas. Mientras es seguro que la zona sembrada con frijol en Etiopía es mucho mayor que lo que las estadísticas oficiales sugieren, no se dispone de estimaciones confiables.

En la zona productora de frijol alimenticio de Etiopía meridional, se aplazó una encuesta de producción de frijol planificada para 1987 debido a cambios de personal relacionados con la capacitación de graduados. En cambio, un esfuerzo colaborativo se efectuó entre los economistas agrícolas de la Estación Awassa IAR y el Departamento de Economía del Hogar del Ministerio de Agricultura para determinar más de cerca las preferencias varietales de los agricultores de la prueba varietal a nivel de finca.

En Uganda, por otro lado, no hay programa de investigación de sistemas agrícolas. El trabajo diagnóstico se comenzó en 1987 al ayudar al programa nacional de frijol, que incluye varias

disciplinas, en una encuesta de la principal zona productora de frijol de Kabale en Uganda del sur-oeste. Como en zonas similares de Etiopía (altitud 2100-1750 metros con buena precipitación), el cultivo múltiple de frijol alimentario con sorgo es común. Las enfermedades se consideraron una limitación principal, directamente o haciendo que las variedades susceptibles se sembraran posteriormente que lo que se considera óptimo para el rendimiento, para evitar la estación húmeda. Esta es la única zona de la región Oriental de África donde las mezclas varietales se cultivan comúnmente, y se halló que los agricultores identificaban ventajas y desventajas para cada componente. Las características generalmente ventajosas de una variedad incluyen estabilidad de rendimiento (es decir resistencia a las enfermedades), semillas grandes que son más fáciles y más rápidas para descascarar de las vainas verdes, sabor "dulce", madurez precoz, color distinto al negro, tiempo de cocción rápido, y hábito de planta erecto.

Las investigaciones agronómicas para esta zona necesitan estar centradas en el mantenimiento y mejora de la fertilidad del suelo. El énfasis actual de Uganda en mejoramiento por resistencia a las enfermedades se ha considerado correcto, mientras una zona nueva que requiere investigación, es el control de bruchidos en almacenamiento.

Se puede notar aquí que ningún país ha hecho uso hasta el presente de pruebas diagnósticas multi-factoriales. Las encuestas y pruebas varietales administradas por el agricultor ya han proporcionado lo que se considera ser una evaluación adecuada de las limitaciones de los agricultores, que han permitido centrar los recursos disponibles de investigación. La prueba etíope a nivel de finca de desyerba x genotipo x tasa de siembra es parcialmente exploratoria en naturaleza, en que sus resultados podrían realimentar criterios nuevos para la selección de variedades en el futuro.

Agronomía

Las investigaciones sobre sistemas de cultivo y prácticas de manejo para producción de frijol continúan recibiendo mayor atención en Etiopía. En Somalia y Uganda, ha habido inadecuada disponibilidad de información sobre el potencial para investigaciones agronómicas destinadas a aumentar la productividad, y los programas nacionales han tendido a concentrar sus recursos de mano de obra con el desarrollo de variedades nuevas.

La efectividad de la revisión de la investigación y del proceso de planificación de Etiopía, ya bien desarrollado a niveles de estación y nacional, mejoró este año por el requerimiento que cada propuesta de investigaciones aborde explícitamente las limitaciones prioritarias identificadas durante las encuestas locales de sistemas de finca. Esta evolución constante dentro de IAR ha sido incentivada por los

talleres, cursos de capacitación y por la exposición de los científicos que trabajan sobre los diferentes cultivos a las investigaciones a nivel de finca. CIAT ha contribuido a los talleres nacionales, así como trabajando estrechamente con científicos en Nazret, mientras otros IARCs se asocian más estrechamente con otras estaciones de investigaciones basadas en productos básicos.

Una nueva prueba en tasas de siembra y variedades se inició en Nazret y en fincas, bajo el auspicio de IAR Agronomy Department, para desarrollar recomendaciones apropiadas al sistema de bajos-insumos de producción de Rift Valley. Tres variedades de frijol arveja arbustivas de hábitos de crecimiento y competitividad dispares, cultivadas a tres tasas de siembra al voleo con cero y una desyerba manual, se están comparando en un arreglo factorial en la premisa que los niveles óptimos de estos factores no serán lo mismo que para los cultivos bien desmalezados sembrados en hileras. Entretanto, el desarrollo de equipos de cultivo en hileras se está incentivando en Nazret para el control de malezas usando las recomendaciones existentes para variedad y espaciamiento.

El segundo tema importante de las investigaciones agronómicas en curso en Etiopía es la intensificación de patrones de cultivo. El sorgo y el frijol, cultivos importantes en el Rift Valley, se cultivan en esta zona en poblaciones puras. Un experimento en Melkassa ha sido realizado por agrónomos de IAR para evaluar cultivos múltiples de sorgo/frijol, siendo los tratamientos series de reemplazo en un rango de poblaciones de planta. El experimento se concluyó este año después de obtención de una respuesta uniforme del reemplazo de un tercio de la población de sorgo con frijoles arbustivos. La razón equivalente de tierra y el beneficio de dinero en efectivo por unidad de área aumentaron entre 50 y 100 por ciento. Los entomólogos de IAR que trabajan en la misma estación también habían mostrado se podía reducir la perforación de las vainas, causada por *Heliothis armigera*, por el cultivo de frijol en franjas con maíz como un cultivo trampa.

Queda por verse si y cómo los agricultores aceptarán cultivos múltiples en las zonas de escasa mano de obra donde no es una tradición. Las pruebas a nivel de finca comenzadas este año desde la estación de investigaciones de Bako señalan el tipo de seguimiento que se requiere. Para esta zona más húmeda y predominantemente productora de maíz en Etiopía occidental, un tratamiento promisorio de cultivos múltiples de maíz/frijol identificado en la estación en experimentos de reemplazo cosechados por hileras se ha traducido en pruebas a nivel de finca consistentes en siembra al voleo de frijol en maíz durante la desyerba.

Los cultivos múltiples de frijoles arbustivos y maíz son comunes en zonas de alta precipitación más densamente pobladas de Etiopía meridional, servidas por la estación de investigaciones

de Awassa. La intensificación adicional de estos sistemas a través del desarrollo de nuevos patrones de cultivos dobles y de cultivos en relevo, basados en asociaciones de cereal/leguminosa, es el objetivo de los nuevos experimentos iniciados por agrónomos de IAR este año. Los resultados iniciales sugieren que el vigor de las plantas de frijol puede ser mayor en la primera estación lluviosa con menos incidencia de roya. Como todo el trabajo de desarrollo de variedades actualmente se realiza en la segunda o estación lluviosa principal, se planea repetir las evaluaciones en la primera lluvia en esta zona.

AFBYAN

Una prueba varietal de todo el Africa, llamada Vivero Africano de Rendimiento y de Adaptación (AFBYAN), se ha establecido con los objetivos siguientes:

1. Para distribuir y evaluar el comportamiento de cultivares existentes locales más ampliamente.
2. Para proporcionar un medio para la evaluación regional de materiales nuevos.
3. Para iniciar una red africana de mejoradores de frijol.
4. Y para examinar el comportamiento varietal en relación al ambiente.

La multiplicación de semilla del AFBYAN actualmente es emprendida por el programa nacional en Etiopía.

El AFBYAN, que comprende 25 introducciones de programas nacionales africanos, se cultivó en Melkassa en Etiopía, en Kawanda (primera y segunda estación) y en Kisindi y Kachwekano (segundas estaciones) en Uganda dentro de Africa Oriental; en Mulungu en Zaire y Rubona (primera estación) en Rwanda dentro de la Región de los Grandes Lagos; y en Msekera (Zambia) en Africa Meridional.

Los datos preliminares obtenidos durante 1987 se presentan en los Cuadros 3-6, después de análisis combinados a través de ambientes. El Cuadro 3 indica que las diferencias varietales son esencialmente canceladas por interacciones ambientales, señalando que hay necesidad de aprovechar la adaptación específica. Aunque estos datos son muy preliminares, basándose sólo en seis ambientes, señalan una necesidad de relacionar las diferencias con el comportamiento varietal y de determinar los factores que son la base de las Interacciones Ambiente x Genotipo. Los datos demostraron interacciones notables entre introducciones y localidades para rendimientos de semilla (Cuadro 6) y otros caracteres. Por ejemplo, K20 fue el de más pobre comportamiento en dos estaciones en la zona donde fue mejorado y recomendado, y no obstante se clasificó más alto y segundo en función de rendimiento de semilla en Rubona y Msekera, respectivamente. G

2816 se comportó muy bien en Mulungu bajo presión intensa de infestación de moscas de frijol. Urubonobono, que se clasificó segundo en Kawanda fue entre los de menor rendimiento en Msekera.

El análisis de estabilidad por regresión de rendimiento varietal promedio en el rendimiento ambiental promedio (Cuadro 3) indica que en algunos casos sólo una proporción pequeña de la variación total se puede representar, lo que señala que otros factores participan en éstas interacciones: la gravedad de las enfermedades tiene probabilidad de ser uno de dichos factores. El cuadro 4 muestra que las interacciones Variedad x Ambiente son más grandes que los efectos varietales en los casos de mancha angular, roya y BCMV, pero no sucede así con el añublo bacteriano común. Esto concuerda bien con las expectativas, basadas en el conocimiento actual del grado de variación patógena que cada uno muestra.

Colaboración y capacitación regional

La tercera reunión regional de comités de conducción se celebró en Debre Zeit, Etiopía, con participación de coordinadores nacionales de todos los cuatro países, de representantes de ambas organizaciones donantes y del coordinador regional. Esta reunión, además de aprobar el plan de trabajo anual del programa y asignar elementos de presupuesto para actividades de capacitación y de red, aprobó tres propuestas para subproyectos de investigaciones regionales colaborativas.

En el primero de estos subproyectos, que concuerdan con las prioridades regionales identificadas por el comité de conducción, el patólogo de frijol de IAR, Etiopía, está cuantificando las pérdidas de cultivos causadas por la roya del frijol, seleccionando germoplasma por resistencia, desarrollando la capacidad local en inoculación y técnicas de examen selectivo e investigando aspectos de la epidemiología de la enfermedad. Se espera que una función regional de liderazgo en investigaciones sobre este tema se desarrolle, originando la organización de un vivero regional de resistencia de Etiopía. Para incentivar el desarrollo de investigaciones complementarias, una gira de monitoría de localidades de investigaciones sobre la roya del frijol en Etiopía se organizó para visitar científicos de Tanzania y regionales.

Dos otros subproyectos regionales, en añublo bacteriano común y en añublo de Ascochyta, fueron comenzados por equipos ugandeses cada uno comprendiendo un patólogo y un mejorador.

Un Primer Taller Regional de Africa Oriental sobre Investigaciones de Frijol se celebró en Mukono, Uganda. Los 33 participantes, representando un rango amplio de disciplinas, vinieron de los cuatro países de la región, de dos países lindantes y de programas de CIAT.

La cooperación entre programas nacionales de investigaciones se está incentivando también a través del intercambio de estados de situación. La asistencia ha tomado diversas formas, incluyendo traducción, edición, y apoyo para producir números más grandes de copias.

Los esfuerzos de capacitación este año incluyen lo siguiente:

Un curso de dos semanas en métodos de investigaciones de campo se llevó a cabo en Uganda para 18 técnicos de ese país y dos de Somalia. Las personas a las cuales se solicitó colaboración provenían del personal superior del Ministerio de Agricultura y de dos programas regionales de CIAT. Este curso, que alternó sesiones de aula con prácticas de campo, se modeló en el curso 1986 llevado a cabo en Etiopía.

Un curso de dos semanas en-país para 50 agrónomos graduados de todas las estaciones de IAR, Etiopía, fue organizado y patrocinado conjuntamente por IAR, CIMMYT y CIAT. Este curso se concentró sobre problemas en diseño, análisis e interpretación de experimentos agronómicos. La capacitación formal se está reforzando mediante continua participación del agrónomo regional en la revisión de programas de IAR y en reuniones de planificación, que están diseñadas para asegurar que los planes anuales de investigaciones de cada estación reflejen las prioridades identificadas por las encuestas de sistemas agrícolas de cada zona.

El programa regional también ayudó a un Curso de Investigación y Producción Regional de IAR/IITA sobre Caupí y Soya, celebrado en Etiopía. Los participantes de Somalia, donde el frijol y otras leguminosas de granos se manejan en el mismo programa de investigaciones, fueron patrocinados por CIAT y el agrónomo regional organizó la sesión agronómica del taller. Las oportunidades para colaboración adicional en capacitación entre los programas IARC regionales se destacaron en la presentación de CIAT a un Taller Regional sobre Adiestramiento de Necesidades de Investigación Agronómica en Africa Oriental y Meridional, organizado por IITA y Tanzania. Personal regional también contribuyó a un curso de manejo de malezas para agentes de extensión de nivel zonal en Etiopía.

El auspicio de la capacitación de postgraduados al nivel de Maestro comenzó este año con un entomólogo de Uganda en Sokoine University de Agricultura, Tanzania y con un agrónomo de Uganda en la Universidad de Florida, EE.UU. Otro entomólogo etíope en frijol regresó al programa nacional para comenzar investigaciones de campo en conexión con su programa de PhD en una universidad canadiense, bajo auspicio de CIID. Su trabajo en el manejo de mosca del frijol a través de pruebas de resistencia genética, evaluaciones de tratamientos de semillas y estudio de la ecología de plaga está contribuyendo a los esfuerzos generales en Africa hacia controlar este insecto.

Paquetes audiotutoriales de CIAT de enseñanza del idioma inglés en temas relacionados con investigación y producción de frijol, algunos de ellos especialmente producidos en CIAT para Africa, fueron entregados a la principal universidad agrícola en cada uno de los cuatro países. Paquetes adicionales se proporcionaron a programas nacionales de investigaciones para fines de capacitación en servicio, y las guías de estudio acompañantes se han utilizado ampliamente durante el año en cursos de capacitación y para agentes de extensión.

Cuadro 1. Rendimiento, reacciones de enfermedad, y adaptación de variedades de frijol introducidas de CIAT, cultivadas en Bukalasa, segunda estación 1986.

Variedad	Vigor	Hábito	CBB	Roya	Antracnosis	Rendimiento promedio kg/ha
* Kanyebwa	3	1	4	4	1	694
* Kampulike	3	2	3	2	1	101
* K 130	3	1	4	3	1	1062
* K20	3	1	4	4	1	1215
BAC 36	3	2	1	1	1	1750
A-83	3	2	2	1	1	1930
A-140	3	2	2	1	1	2194
CATU	3	2	3	2	1	2438
CARIOCA	2	2	2	1	1	2454
A-162	3	2	3	1	1	2639
BAT 1220	2	2	2	2	1	3243

* Variedades locales/razas nativas LSD 0.05 = 17

Vigor y reacciones de enfermedad se tasaron en una escala de 1 a 5

Fuente : Ugandan Bean Program, Informe anual, 1986.

Cuadro 2. Rendimiento y precocidad en prueba varietal nacional etíope para tipo grande de frijol arriñonado (kidney), en Awassa y Melkassa, 1987.

Entrada	Awarra		Melkassa
	Rendimiento (kg/ha)	Días a madurez	Rendimiento (kg/ha)
Aguascalientes	2368	87	1350
A 410	3250	91	1140
A 262	2957	92	1075
Epicure	1992	90	1002
Diacol Calima	3470	92	982
Acc No. 3142-1	2481	91	916
Brown Speckled	2579	90	488
LSD	507		264

Fuente: Instituto para Investigaciones Agronómicas, Etiopía

Cuadro 3. AFBYAN. Características de la planta y componentes de rendimiento. % total sumas de cuadrados.

	Altura de la planta	Covertura del suelo	Vainas DFP	Semillas DM	Sem. Vaina /M ²	Peso de semillas	Ren- dimien- to
No. ensayos	4	4	4	3	4	4	6
Medio ambiente	19.3	27.0	53.2	25.3	2.6	8.0	49.9
(E)	*	***	***	***	**	***	**
Variedades	10.9	19.3	27.4	24.9	57.3	66.3	5.8
(V)	ns	***	ns	***	***	***	ns
V x E	38.1	21.7	16.7	23.4	13.7	9.5	27.6
	***	***	***	***	ns	ns	***

Cuadro 4. AFBYAN. Puntajes de enfermedad. % total sumas de cuadrados

	ALS	RUST	CBB	BCMV
No. de ensayos	3	3	3	3
Medio ambiente	71.8	32.4	49.3	46.3
(E)	**	**	***	***
Variedades	8.9	11.3	17.8	20.3
(V)	ns	ns	***	*
V x E	10.9	26.5	11.6	19.3
	**	***	**	***

Cuadro 5. Parámetros de estabilidad para algunas introducciones en AFBYAN en seis localidades (1987).

Entrada	Media	b	S.E.	R ²
Black Dessie	1058	0.70	0.296	58
G 13671	1039	1.20	0.427	73
G 2816	1387	0.20	0.771	2
K-20	970	1.39	0.559	22
Carioca	1271	0.58	0.559	22
Urubonobono	1116	1.35	0.356	78
N. de Kiyondo	1034	0.38	0.480	14
KAN 76	1344	0.90	0.409	55

Cuadro 6. Rendimientos (kg/ha) de introducciones en AFBYAN en scis localidades (1987).

Localidades	Kawanda 7A	Kawanda 7B	Msekera 87	Rubona 7A	Mulungu 7A	Kisindi 7A	Media
Black Dessie	1633	1363	957	1251	403	738	1058
G 13671	2275	845	553	1483	313	767	1039
G 2816	1650	908	928	1826	2543	467	1387
K-20	817	271	1580	2400	0	688	956
Carioca	1692	2175	1175	1361	703	521	1271
Urubonobono	2191	888	584	1851	280	900	1116
N. de Kiyondo	1667	577	799	1281	1564	417	1034
XAN 76	1908	1093	2049	1572	453	900	1344
Rendimiento	1489	823	999	474	631		
C.V.	28.7	31.4	32.2	17.3	70.2	36.8	
S.E.							

5. Proyecto Regional de Africa Meridional

El Proyecto Regional de Africa Meridional apoya las investigaciones sobre frijol de programas nacionales en Angola, Botswana, Lesotho, Malawi, Mozambique, Swazilandia, Tanzania, Zambia, y Zimbabwe.

Evaluación varietal

Lo siguiente es un resumen del progreso de las investigaciones logrado durante la estación 1986/87, los créditos pertenecen firmemente al Programa Nacional individual interesado. Ningún informe se presenta sobre Botswana, debido a la menor prioridad acordada al frijol en ese país; ni se incluyen los resultados de Angola y Malawi porque los materiales de CIAT no se encuentran todavía en evaluación en esos países.

Otro progreso se ha logrado a través de Proyectos Especiales, con los cuales CIAT participa en otros sitios, incluyendo CIAT/NVRS/ODA en añublo de halo, y ahora el proyecto de CIAT/Braunschweig/BMZ en identificación vírica. Contactos estrechos se mantuvieron con el proyecto TARO/Wye College/ODA en BNF/micronutrientes.

TANZANIA

Los datos de rendimiento del Ensayo Preliminar de Rendimiento de Phaseolus de Tanzania para 1987 muestran que las 15 primeras de las 64 introducciones superaron en rendimiento a las tres mejores variedades de control, Lyamungu 85, en los dos sitios (Selian y Lambo). Los 5 mejores genotipos (línea A 15, LB 588, Cargabello x BAT2 1386, LB 533 y línea A 13) produjeron rendimientos medios de semilla superiores a 2600 kg/ha (rendimiento medio del ensayo = 2062 kg/ha, cv = 17%). Esto señala que hay algunos materiales excelentes en preparación para Tanzania del norte.

Del análisis combinado de rendimiento de semilla en los cinco sitios (Lyamungu, Lambo, Selian, Maruku y Mubondo) en los cuales se realizó la Prueba Avanzada I (tipos arbustivos), sólo una introducción (PVAD 1406) superó en rendimiento a Lyamungu 85, dando un rendimiento medio de 1853 kg/ha contra 1731 kg/ha. En la Prueba Avanzada II (volubles), Lyamungu 85 fue superado, pero no significativamente, sólo por la selección Carioca 2 en estos sitios. Muchas de las introducciones en la última prueba fueron gravemente dañadas por el moho blanco en Lambo y Selian, exacerbado quizás por la falta de espalderas.

En la Prueba de Cultivares Uniformes de Phaseolus en Tanzania en 7 localidades, una accesión de germoplasma de CIAT (G 5621, Diacol Calima) produjo el rendimiento más considerable de 1548 kg de semilla/ha: XAN 66 (1472 kg) se clasificó segundo y Lyamungu 85 (1434 kg/ha) fué tercero.

En la Prueba de Cultivar Uniforme para los Altiplanos Meridionales, CG 104 fue el de mejor rendimiento (1557 kg/ha) en 3 sitios - Uyole, Mbimba, Ismani - en la estación 1986/87) seguido por el cultivar 'standard' recientemente liberado Uyole 84 (1478 kg/ha). Lyamungu 85 parece tener un comportamiento algo inferior, en estos sitios meridionales, y se clasificó 10o en comportamiento entre las 15 introducciones (rendimiento medio 1083 kg/ha). Los resultados de la Prueba de Cultvares Uniformes de Phaseolus en Tanzania en 3 sitios (Lyamungu, Lambo, Selian) muestran que sólo G 5621 (Diacol Calima) superó al control, Lyamungu 85 (1777 kg/ha) comparado con 1614 kg/ha.

Los resultados de la Prueba Nacional de Rendimiento de Frijol, (altitud media), combinados a través de los dos sitios del norte (Lambo & Selian) para los cuales los datos están actualmente disponibles, indican que sólo UAC 56 superó a Lyamungu 85 (2257 y 2229 kg/ha, respectivamente). Otras introducciones de alto rendimiento fueron TMO 216 (= UAC 258), P 285 y Kabanima (2191), 1955 y 1884 kg/ha, respectivamente). Uyole 84 se comportó mal y se clasificó 14o entre las 16 introducciones. Los datos de la Prueba Nacional de Rendimiento de Frijol (altitud alta) a través de dos sitios en los Altiplanos Meridionales (Uyole y Mbimba) muestran que los tres cultivares de mejor rendimiento fueron EMP 86, XAN (= BAC) 66 y Masai Red (1921, 1704 y 1621 kg/ha, respectivamente), con las variedades de control Uyole 84 y Lyamungu 85 que produjeron 1399 y 1239 kg/ha.

Estudios sobre pérdidas de cultivos, realizados a través de sitios en los Altiplanos Meridionales han establecido prioridades de enfermedad y han confirmado que la pérdida de rendimientos está relacionada positivamente con el puntaje de enfermedad, especialmente en las variedades más susceptibles.

Los estudios sobre variación patógena en la bacteria del añublo de halo recogida en 1986/87 de tres regiones productoras de frijol han confirmado la presencia de tres razas en Tanzania. Dos aislamientos de la Raza 2 producen un pigmento pardo el significado del cual permanece desconocido. La principal especie de maleza de hoja ancha de campos de frijol en Tanzania del norte ha sido identificada, y se ha determinado la eficacia de los herbicidas para su control.

La evaluación de variedades a nivel de finca en Tanzania del norte ha mostrado un rendimiento medio a través de sitios (rango de altitud de 700-1400 m) de 1078 kg/ha, pero Lyamungu 85 no fue significativamente superior en general. Canadian Wonder se comportó relativamente mejor en fincas a altitud inferior, donde la presión de enfermedad fue menos intensa. En trabajo realizado en Sokoine University, Canadian Wonder se considera un buen fijador de N, se ha obtenido una respuesta considerable a la inoculación con Rhizobium (con adición de P) a nivel de finca, con inoculantes localmente producidos (cepa RLP 3 de Mgeta, especialmente).

El Programa Nacional está ampliando su red de pruebas a nivel de finca en zonas nuevas en 1987, incluyendo Arusha, Lushoto y Kagera.

ZAMBIA

Los resultados de la Prueba Nacional de Variedades de Frijol Enano de Zambia en seis localidades durante la estación 1986/87 demostraron la superioridad de PALMADA-10, PAI-78, PALMADA-12 y A-429 sobre la variedad estándar, Carioca. 10-PALMADA produjo más de 1000 kg/ha en todos los sitios. Estas cuatro líneas son candidatos para los ensayos de pre-distribución de la próxima estación. Entretanto, la semilla de Carioca se distribuyó al por mayor a los pequeños agricultores interesados. En el Vivero Africano de Rendimiento y Adaptación (AFBYAN), XAN-76 y K-20 (contribuciones de Ruanda y Uganda, respectivamente) superaron a todas las tres variedades de control de Zambia. Una evaluación preliminar de 192 líneas promisorias de CIAT en Msekera y Mbala condujo a la identificación de 10 cultivares de excelente rendimiento (más de 2000 Kg/ha). Las pruebas de cultivares volubles en maíz confirmaron la superioridad de ACV-8312, ACV-8313, y VRA 81054.

Los estudios de identificación de cepas de BCMV confirmaron que N 3 predomina en Zambia. Entre líneas con resistencia al BCMV, ZPV 292, G 5066, G 10357 y G 13595 se hallaron especialmente promisorias. Veintiuna líneas (incluyendo G 6040) seleccionadas de viveros de enfermedades, en CIAT, poseían resistencia combinada a la mancha angular, el añublo de Ascochyta y la antracnosis, y tenía un potencial de rendimiento intenso. Las fuentes de resistencia a las roñas se identificaron, y la resistencia parcial a la mosca de frijol en A 62 y A 74 se confirmó.

ZIMBABWE

Los datos de rendimiento obtenidos del examen de 190 genotipos en Pruebas Varietales Preliminares en dos sitios en el Highveldt (Harare y Gwebi) en la estación 1986/87 revelaron que una proporción alta superó a la variedad de control ampliamente cultivada, Natal Sugar. Tres genotipos (RAB 263, RAB 296 y RAB 290) fueron significativamente superiores en ambos sitios, augurando éxitos en la distribución de cultivares nuevos más rendidores en Zimbabwe. Los puntajes de enfermedad en Harare para raíz negra causada por el BCMV, añublo bacteriano común y mosaico señalan una asociación entre el rendimiento más intenso y la menor incidencia de BCMV.

Los resultados de rendimiento de semilla obtenidos de las Pruebas Varietales Intermedias y Avanzadas, realizados en dos y tres localidades (incluyendo Henderson) respectivamente, también muestra que muchas introducciones superaron a Natal Sugar en algunos sitios. Aunque los cinco mejores genotipos en cada prueba no superó significativamente a Natal Sugar en todos los

sitios, la ventaja de rendimiento a través de los sitios de este cultivar fue grande. La distribución de uno o más de estos genotipos promisorios (incluyendo Carioca, PVMX 1671, A 107 y A 79) como un cultivar nuevo deben beneficiar a Zimbabwe a través de una mayor producción de semillas de frijol alimentario.

LESOTHO

Los resultados de las pruebas varietales de frijol realizadas en dos sitios (Maseru y Teyateyaneng) en las tierras bajas han demostrado la superioridad de NW Pinto 590 sobre la variedad local de control, Bono. La evaluación posterior en Maseru ha indicado que otros materiales están ahora disponibles los cuales superan a NV 590. En la Prueba Varietal de Frijol--1986/87, seis introducciones superaron a la variedad de control, (Bono), dos de ellas significativamente; éstas fueron Red Mexican NW 59 y A 268 (1300 y 738 kg/ha, respectivamente). En la Prueba Varietal de Frijol Pinto, las introducciones sobresalientes incluyeron a Olathe, Harold, UI 126 y NW 410 (mejor productor con 1501 kg/ha). En el Vivero de Frijol SARCCUS, Umvoti y NW 590 fueron los de mejor rendimiento (1074 y 1039 kg/ha, respectivamente), cada uno de ellos considerablemente mejor que Bono (497 kg/ha). Las pruebas a nivel de finca con NW Pinto 590 están diseñadas para evaluar su aceptabilidad y comportamiento en condiciones de poco manejo antes de su distribución. La base nacional de germoplasma se está expandiendo a través de introducciones, y estos materiales nuevos se evaluarán al lado de líneas locales también en localidades de faldas y altiplanos.

SWAZILANDIA

Los resultados de los Viveros Internacionales de Rendimiento y Adaptación de Frijol (IBYAN) de CIAT en dos sitios (Malkerns y Nhlangano) han identificado diversos genotipos como sustancialmente superiores al control local, Bono. En particular, A 445 (una progenie Carioca) es especialmente promisorio: su rendimiento medio durante tres estaciones en ambos sitios fue de 2174 kg/ha, contra 747 kg/ha de Bono (promedios de 14 pruebas). Diversas otras líneas muestran una ventaja de rendimiento casi igual. En 1987, el Vivero Internacional de Añublo de Halo, el Vivero de BCMV y el Vivero Sugarbean se recibieron de CIAT y se evaluaron en Luyengo donde varios tipos Pintos también se cultivaron. Entre los últimos, Olathe fue en particular promisorio, produciendo cerca del doble de la variedad de control, Bono. Un Vivero de Frijol de Swazilandia se está estableciendo para evaluar las líneas más promisorias de todas las fuentes sobre un rango mayor de ambientes.

Se necesitan encuestas a nivel de finca para establecer la aceptabilidad de los genotipos promisorios, y las mejores líneas deben ser examinadas a nivel de finca.

MOZAMBIQUE

La evaluación de germoplasma local y de materiales introducidos en dos sitios de contraste (bajo riego en Chokwe en el Sur, y bajo condiciones temporales en Lichinga en el Norte) que son representativos de los sistemas más importantes de producción, ha conducido a la identificación de un tipo Manteiga (INIA 10) y un material brasileño (HF 465-/3-1) que se están considerando para distribución. Las pruebas a nivel de finca cerca de Chokwe han demostrado que HF 465-63-1 adecuado para cultivos asociados con maíz. El esfuerzo de mejoramiento futuro se centrará en la incorporación de resistencia a BCMV, roya, mancha angular y mosca de frijol en un tipo de madurez prematura de Manteiga, con semilla grande parda clara y hábito erecto. Se investigará el potencial de tipos volubles en asociación con maíz.

La mosca de frijol se reconoce como una limitación importante en zonas temporales del norte donde se están haciendo recomendaciones para tratar la semilla con basudin.

Las zonas agroecológicas adecuadas para la producción de frijol en Mozambique se han definido y se están preparando volantes de extensión para cultivadores de frijol.

La información para los informes precedentes fue proporcionada por científicos de CIA' en la Sede de SADCC en Arusha así como por E. Koinange y las Memorias del 6o Taller de Investigaciones de Frijol, Sokoine Agricultural University (Tanzanía); el Informe Anual de Leguminosas de Granos 1986/1087 (Zambia); H. E. Gridley (Zimbabwe); D. J. Allen (Lesotho); R. Kuhn, J. Pali Shikhulu, D. J. Allen (Swazilandia); y M. Moraes (Mozambique).

Colaboración y capacitación regional

A pesar del impedimento de separación física entre los equipos regionales y nacionales, se han logrado relaciones excelentes.

Los científicos regionales viajaron ampliamente dentro de la región de SADCC durante el año: las giras se hicieron de todas las regiones productoras de frijol importantes de Tanzania, y se realizaron visitas durante la estación principal a Malawi y Zambia. El Coordinador Regional también visitó Mozambique, Lesotho y Swazilandia para informar sobre el progreso a la Junta de SACCAR y para consolidar la cooperación con los programas nacionales respectivos. El Mejorador también emprendió viaje de consultoría a Etiopía y Uganda, a favor del programa de Africa Oriental. La junta directiva de CIAT, Administración de la Sede y científicos del Programa de Frijol visitaron Arusha, como lo hizo el personal de CIDA.

Los enlaces se consolidaron aún más con el personal de programas nacionales en TARO-Lyamungu con quienes se hicieron visitas de intercambio. Los científicos regionales tomaron parte en la Reunión Nacional Coordinadora de Cultivos Básicos que trató sobre el frijol y también contribuyeron al Sexto Taller de Investigaciones de Frijol en Tanzania.

Las segundas y tercera reuniones del comité de conducción del programa regional se convocaron durante el año, en Malawi en marzo y en Zambia en noviembre, respectivamente. Los representantes de ocho de los nueve países de SADCC han participado en estas reuniones, en conjunción con representantes de SACCAR, CIDA y CIAT, y buen progreso se ha hecho en fijar prioridades para las adquisiciones de equipo de investigación en apoyo de programas nacionales y en identificar necesidades de capacitación. Tres propuestas para sub-proyectos regionales de investigaciones colaborativas se presentaron y una cuarta está en revisión. Se ha dado aprobación condicional a un sub-proyecto sobre resistencia a la mancha angular por el programa nacional de Malawi.

Los esfuerzos de capacitación este año incluyeron lo siguiente:

--Veintiun participantes de seis países de SADCC asistieron a un curso de SADCC/CIAT/IITA sobre investigaciones de leguminosa de granos para asistentes técnicos, celebrado en Lilongwe del 14-28 de marzo.

--El Sr. O.S. Mbuya se ha aceptado para una MS en Agronomía en la Universidad de Florida, Gainesville para donde espera viajar al final del año.

--El Proyecto Regional dio apoyo a cinco patólogos nacionales del programa en el Primer Taller Africano de Patología de Frijol en Kigali en noviembre, uno de quienes se quedó para asistir al Seminario Regional de los Grandes Lagos. Un mejorador de Malawi asistió al Taller Internacional de Pruebas en la sede de CIAT, y un patólogo de Tanzania participó en un Taller Regional sobre Investigación en Phaseolus en Africa Oriental, celebrado en Uganda.

AFBYAN

Una prueba varietal regional llamada Vivero Africano de Rendimiento y Adaptación del Frijol (AFBYAN), se ha establecido con los objetivos siguientes:

1. Distribuir y evaluar el comportamiento de cultivares locales existentes más ampliamente.
2. Proporcionar un vehículo para la evaluación regional de materiales nuevos.

3. Iniciar una red africana de mejoradores de frijol.
4. Y examinar el comportamiento varietal en relación al ambiente.

Por problemas cuarentenarios en Tanzania, el manejo del AFBYAN actualmente es emprendido por el programa nacional en Etiopía.

Los datos preliminares obtenidos durante 1987 se presentan en los Cuadros 1-4, después de análisis combinados a través de ambientes. El Cuadro 1 indica que las diferencias varietales son esencialmente canceladas por las interacciones ambientales, señalando que hay necesidad de aprovechar la adaptación específica. Aunque estos datos son muy preliminares, basándose sólo en seis ambientes, señalan una necesidad de relacionar las diferencias con el comportamiento varietal y de determinar los factores que son la base de la Interacción Ambiente x Genotipo. El cuadro 2 demuestra como pueden ser de notables dichas interacciones. Por ejemplo, K20 fue el más pobre en cuanto a comportamiento en dos estaciones en la zona donde se produjo y recomendó y no obstante se clasificó más alto y segundo en función de rendimiento de semilla en Rubona y Msekera, respectivamente. G 2816 se comportó muy bien en Mulungu bajo presión intensa de infestación de moscas de frijol.

El análisis de estabilidad por regresión de rendimiento promedio varietal en rendimiento promedio ambiental (Cuadro 3) indica que en algunos casos sólo una proporción pequeña de la variación total se puede representar, lo que señala que otros factores participan en éstos interacciones: la gravedad de enfermedad tiene probabilidad de ser uno de dichos factores. El cuadro 4 muestra que la interacción Variedad x Ambiente es más grande que los efectos varietales en los casos de mancha angular, roya y BCMV, pero no sucede ésto con el añublo bacteriano común. Esto concuerda bien con las expectativas, basadas en el conocimiento actual del grado de variación patógena que cada uno muestra.

IV. CAPACITACION

La capacitación sobre frijol en el CIAT recalca la capacitación en la tecnología apropiada para diversas situaciones agronómicas a través de especializaciones y cursos ofrecidos en la sede de CIAT y en los países de los capacitandos.

La existencia oportuna de semilla de buena calidad combinada con una disponibilidad adecuada para los agricultores, se consideran factores claves y que facilitan la promoción y la distribución del germoplasma recientemente considerado promisorio para los agricultores.

Los cursos sobre Investigación a Nivel de Finca, y Producción Artesanal de Semilla continúan siendo los de mayor interés para nuestros colaboradores primordial por cuanto la metodología de capacitación empleada contribuye a un seguimiento eficaz de los proyectos que desarrollan los estudiantes.

Los cursos dentro de cada país contienen 2-4 fases. Cada fase incluye reuniones con los participantes para revisar la información obtenida, o para entrenar a los participantes sobre la experiencia práctica que desarrollarán en la interfase siguiente. La duración de la interfase, o período entre fases, es igual a todo o parte del ciclo de crecimiento del cultivo. Durante estas interfases, el trabajo de los participantes consiste en visitas o trabajos de investigación a nivel de finca para reunir información útil para programar o realizar el trabajo práctico, y en la fase subsiguiente, se evalúan los resultados y se planifican actividades futuras.

Objetivos

Los cursos están orientados hacia lo siguiente:

1. Promoción de germoplasma promisorio y de tecnología apropiada para diferentes factores que limitan la producción a través de la búsqueda de alternativas o soluciones congruentes con la situación de la finca y de los agricultores de una zona.

Cursos

Quince eventos de capacitación se realizaron durante 1987 en América Latina. Tres en CIAT-Palmira y los 12 restantes en Costa Rica, Nicaragua, el Salvador, Honduras, Paraguay, Cuba y la República Dominicana.

Resultados

- a) El número de científicos adiestrados en 1987 sobrepasó la cifra de 1986 en un 88%; el número de cursos ofrecido fue de 10 en 1986 y de 15 en 1987.

- b) El seguimiento a los participantes de los cursos ha mantenido la continuidad de la capacitación a través de las fases e interfases. La metodología ha demostrado ser útil y efectiva en este año.
- c) Los materiales genéticos útiles a los agricultores se liberaron y/o identificaron durante las actividades que sirvieron concurrentemente para adiestrar a los participantes en difusión de nuevos materiales y en la tecnología complementaria para su manejo.
- d) Los cursos sobre producción artesanal de semilla han sido impartidos para reducir la escasez de semilla de buena calidad entre los agricultores de una zona.

Capacitación en disciplinas específicas

Sesenta y seis científicos recibieron capacitación en 16 disciplinas diferentes durante 1987. Toda la capacitación en las diversas disciplinas se realizó en la sede de CIAT en Colombia. El número más grande de capacitandos (55) pertenecía a la categoría de Científico Visitante, mientras los cursos más populares fueron Investigación en Fincas (23), seguidos por Patología (8) y Estudios Interdisciplinarios (7). La proporción más grande de participantes vino de Brasil, Colombia, Costa Rica, México y Paraguay.

Talleres

Los talleres siguientes se celebraron en CIAT-Palmira, Colombia.

1. Taller latinoamericano de frijol sobre Investigaciones a Nivel de Finca (ICDA). 16-25 de febrero, 1987.
2. Taller sobre Mejoramiento de Habichuelas. 11-15 de mayo, 1987
3. Evaluación, Selección y Administración de Simbiosis Leguminosa-Rhizobium (Taller de Seguimiento para Participantes de Proyectos Especiales). 30 de setiembre 5-agosto, 1987
4. Taller internacional de Pruebas de Frijol. 12-16 de octubre, 1987
5. Taller internacional sobre Tolerancia a la Sequía en Frijol. 19-21 de octubre, 1987
6. Taller de campo para Mejoradores de Frijol en Centroamérica. 19-21 de octubre, 1987

Cuadro 2. Capacitación proporcionada en CIAT en disciplinas específicas en 1987.

Programa: Frijol	Categoría capacitación												Sub-totals	
	PHD Tesis		No Tesis		M.S. Tesis		Especialización		Especialización más curso multidisciplinario		Curso Multi-disciplinario			
	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses		No.
DISCIPLINA:														
BIOTECNOLOGIA							1	(2.7)					1	(2.7)
ECONOMIA							2	(1.3)					2	(1.3)
ENTOMOLOGIA							3	(6.9)	1	(1.2)			4	(8.1)
SISTEMAS AGRICOLAS	1	(9.7)					14	(24.0)	8	(25.3)			23	(59.0)
FISIOLOGIA									1	(5.2)			1	(5.2)
INTERDISCIPLINARIOS											7	(7.9)	7	(7.9)
MEJORAMIENTO			1	(12.0)					9	(21.7)	3	(15.5)	13	(49.2)
MICROBIOLOGIA							3	(6.1)					3	(6.1)
PATOLOGIA	2	(11.4)			1	(10.4)	5	(13.0)					8	(34.8)
PRODUCCION									2	(6.9)			2	(6.9)
VIROLOGIA							2	(3.4)					2	(3.4)
TOTAL PROGRAMA	3	(21.1)	1	(12.0)	1	(10.4)	39	(79.1)	15	(54.1)	7	(7.9)	66	(184.6)

Cuadro 1. Cursos ofrecidos en 1987 en América Latina y el Caribe.

País	Enfasis Curso	Institución Colaboradora	Número de participantes
Costa Rica	Transfer. Invest. y Tecnol. (II fase)	MAG, Univ de Costa Rica	25
Nicaragua	Invest. Nivel Finca (III fase)	MIDINRA	11
El Salvador	Invest. Nivel Finca (III fase)	CENTA	9
Honduras	Invest. Nivel Finca (II fase)	RRNN	21
Costa Rica	Transfer. Invest. y Tecnol.	MAG, Univ. de Costa Rica	20
Colombia	XIV Invest. y Prod. (Fase intensiva)	Internacional	22
Colombia	IV Invest. N. Finca	Internacional	22
Cuba	VII Producción	MINAGRICULTURA	35
Honduras	Invest. N. Finca (III Phase)	RRNN	23
Colombia	Producción	EMBRATER	18
Paraguay	Producción	SEAG	24
El Salvador	Producción y Promoción (I fase)	CENTA	31
El Salvador	Prod. Artesanal Semilla (I fase)	CENTA	25
República Dominicana	Producción y Promoción (I fase)	SEA	28
El Salvador	Taller Diagnóstico	CENTA	24

Cuadro 3. Número de hombre-meses de capacitación proporcionado por CIAT, por país, en 1987.

Programa: Frijol	Categoría capacitación												Sub-totals	
	PhD Tesis		No Tesis		M.S. Tesis		Especialización		Especialización más curso multidisciplinario		Curso Multi-disciplinario			
	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses	No.	Meses		No.
<u>AMERICA LATINA Y EL CARIBE</u>														
ARGENTINA							1	(0.4)					3	(9.4)
BOLIVIA													1	(2.9)
BRASIL					1	(10.4)	7	(19.4)	3	(13.1)	1	(1.2)	12	(44.1)
COLOMBIA							3	(5.1)	1	(2.9)	4	(4.4)	8	(12.4)
COSTA RICA							7	(13.3)					7	(13.3)
CUBA							1	(1.6)					1	(1.6)
ECUADOR							1	(2.9)					1	(2.9)
EL SALVADOR							4	(6.9)					4	(6.9)
GUATEMALA							2	(4.2)	1	(5.0)			3	(9.2)
HONDURAS							1	(1.2)					1	(1.2)
MEXICO	1	(4.9)					2	(3.4)	1	(2.9)	2	(2.3)	6	(13.5)
PARAGUAY							1	(1.7)	4	(9.9)			5	(11.6)
PERU							2	(3.6)	1	(4.4)			3	(8.0)
REPUBLICA DOMINICANA							2	(4.1)					2	(4.1)
<u>AFRICA</u>														
RUANDA							1	(1.5)					1	(1.5)
UGANDA							1	(0.8)					1	(0.8)
ZAIRE							3	(9.0)					3	(9.0)
<u>PAISES DESARROLLADOS</u>														
BELGICA													1	(12.0)
ESPAÑA									1	(4.0)			1	(4.0)
EE.UU.	1	(6.5)											1	(6.5)
INGLATERRA	1	(9.7)											1	(9.7)
TOTAL PROGRAMA	3	(21.1)	1	(12.0)	1	(10.4)	39	(79.1)	15	(54.1)	7	(7.9)	66	(184.6)

Los siguientes cursos o talleres fueron co-patrocinados o co-organizados por los proyectos africanos de CIAT en 1987.

1. Tercer Curso Regional Capacitación Técnica (Rubona, Ruanda).
2. Taller Orientación Sistemas Agrícolas (Bujumbura, Burundi).
3. Primer Taller Africano Patología Frijol (Kigali, Ruanda).
4. Tercer seminario Regional Investigación a Nivel de Finca (Rengeri, Ruanda).
5. Taller Regional Africa Oriental en Investigación en Frijol (Mukono, Ruanda).
6. Curso de Métodos Investigación en Campo (Mukono, Ruanda).
7. Curso en País sobre Experimentación Agronómica (Etiopía).
8. Curso Regional Investigación en Caupí y Soya (Etiopía).
9. Curso Manajo de Malezas (Etiopía).
10. SADCC/CIAT/IITA Curso en Investigación en Leguminosas de Granos (Lilongwe, Malawi).
11. Sexto Taller Investigación en Frijol (Arusha, Tanzania).

APENDICE A. LISTA DE INSTITUCIONES COLABORADORAS

CARDI	Caribbean Agricultural Research Development Institute, Indias Occidentales.
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.
CDA	Collaboration for Development in Africa.
CENARGEN	Centro Nacional de Recursos Genéticos, Brasil.
CENICAFE	Centro Internacional del Café, Colombia.
CENTA	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, San Salvador, El Salvador.
CGIAR	Consultative Group for International Agricultural Research, Nueva York, Nueva 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 Pesquisa em Arroz e Feijao, Brasil.
CIPA	Centro de Investigación y Promoción Agropecuario (I and II), Perú.
CPATU	Centro de Pesquisa Agropecuaria de Trópico Umido, Brasil.
CRSP	Collaborative Research Support Program, Tanzania
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, Brasil.
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, Brasil.
EMCAPA	Empresa Capichaba de Pesquisa Agropecuaria, Brasil.
EMGOPA	Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuaria, Brasil.
EMPASE	Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Santa Catarina, Brasil.
EPABA	Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Bahía, Brasil.
ESAL	Escola Superior de Agricultura de Lauras, Brasil.
FAO	Food Agricultural Organization of the United Nations, Roma, Italia.
FEDECAFE	Federación Nacional de Cafeteros, Colombia.
IAPAR	Fundacao Instituto Agropecuario de Paraná, Brasil.
IAR	International Agricultural Research.
IARC	International Agricultural Research Centers Network.
IBPGR	International Board for Plant Genetic Resources, Roma, Italia.
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario, Colombia.
ICARDA	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Beirut, Líbano.
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Guatemala, Cita, Guatemala.
IDIAP	Instituto de Investigaciones Agrícola Panameñas, Panamá.
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.
INERAL	Institut National des Etudes es Recherches 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 National 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, Brasil.
IPAGRO	Instituto de Pesquisas Agronômicas, Brazil.
ISABU	Institut de Sciences Agronomiques du Burundi, Burundi.
ISAR	Institut Scientifique et Agronomique du Ruanda, Ruanda.
ISNAR	International Service for National Agricultural Research, La Haya, Países Bajos.
IVT	Institut Veredeling, Tuinbouwge, wassen, Holanda.
NVRS	National Vegetable Research Station, Wellesbourne, Inglaterra.
ONS	Oficina Nacional de Semillas, Costa Rica.
PCCMCA	Programa Cooperative Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos Alimenticios.
PESAGRO	Pesquisa Agropecuario - Rio, Brasil.
SDC	Swiss Development Cooperation, Suiza.

SEARCA	Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture.
UEPAE	Unidad de Execucao de pesquisa de Ambito Estadual, Brasil.
VISCA	Visayas State College of Agriculture, Filipinas.
VICOSA	Universidade Federal de Vicosa, Brasil.

APENDICE B. PERSONAL DEL PROGRAMA DE FRIJOL (Diciembre 1987)

- Pachico Douglas, Ph. D., Economista Agrícola, Líder del Programa de Frijol
- Allen, David, Ph.D., Fitopatología, Patólogo, Coordinador Regional, Proyecto de Frijol para Africa del Sur (con sede en Arusha, Tanzania)
- Beebe, Stephen, Ph.D., Fitomejoramiento
- Cardona, Cesar, Ph.D., Entomología
- Davis, Jeremy H.C., Ph.D., Fitomejorador. Coordinador Regional, Proyecto de Frijol para Africa Central (con sede en Rubona, Ruanda)
- Dessert, Michael, Ph.D., Fitomejoramiento, Coordinador Regional, Proyecto de Frijol para America Central (con sede en San José, Costa Rica)
- Edje, Todo Ohgenetsevbuko, Ph.D., Agronomía (con sede en Arusha, Tanzania)
- Frias, Gustavo, Ph.D., Patología (con sede en San José, Costa Rica)
- Galvez, Guillermo E., Ph.D., Fitopatología, Coordinador Regional, Proyecto de Frijol para la Zona Andina (con sede en Lima, Perú)
- Graf, Willi, Dip. Ing. Ag. (con sede en Rubona, Ruanda)
- Janssen, Wilhelmus, Ph.D., Economía Agrícola
- Kipe-Nolt, Judith, Ph.D., Microbiología
- Kirkby, Roger A., Ph. D., Agrónomo, Coordinador Regional Proyecto de Frijol para Africa Oriental, (con sede en Etiopía)
- Kornegay, Julia L., Ph.D., Fitomejoramiento
- Lynch, Jonathan, Ph.D., Fisiología (Posdoctorado)
- Morales, Francisco J., Ph.D., Virología
- Orozco, Silvio H., MS., Agronomía, Proyecto de Frijol para America Central (con sede en Ciudad de Guatemala, Guatemala)
- Pastor-Corrales, Marcial, Ph.D., Fitopatología
- Singh, Shree P., Ph.D., Fitomejoramiento
- Smithson, Barry, Ph.D., Fitomejoramiento, (con sede en Arusha)
- Thung, Michael D., Ph.D., Agronomía (con sede en CNPAF, Goiania, Brasil)
- Tohme, Joseph, Ph.D., Fitomejoramiento (Posdoctorado)
- Trutmann, Peter, Ph.D., Fitopatología, Proyecto de Frijol para los Grandes Lagos (con sede en Rubona, Ruanda)
- Voss, Joachim, Ph.D., Especialista en Sistemas de Cultivo, Proyecto de Frijol para los Grandes Lagos (con sede en Rubona, Ruanda)
- Voyssest, Oswaldo, Ph.D., Agronomía
- White, Jeffrey, Ph.D., Fisiología Vegetal
- Woolley, Jonathan, Ph.D., Agronomía, Sistemas de Cultivo
- Wortmann, Charles, Ph.D., Agronomía, Especialista en Sistemas de Cultivo, Proyecto de Frijol para Africa Oriental (con sede en Kawanda, Uganda)

Asociados de Investigación y otro Personal

Castaño, Mauricio, Ing. Agr., Virología
 Gutierrez, Jose Ariel, M.Sc., Fitomejoramiento
 Guzman, Pablo, M. Sc., Patología
 van Herpen, Dorein, M.S., Economía
 Londoño, Nohra Ruiz de, Ing. Agr., Economía
 Luna, Carlos Adolfo, M.Sc., Economía
 Maquet, Alain, Agronomía, M. Sc., CIAT Proyecto Gembloux
 Niessen, Andrea, M.Sc., Virología
 Schmit, Veronique, M.Sc., Experto Asociado, FAO

Asistentes de Investigación

Beltrán, Jorge A., Ing. Agr., Sistemas de Cultivo
 Cajiao, César, Ing. Agr., Fitomejoramiento
 Castillo, Jecús A., Ing. Agr., Fisiología
 Chavarro, Carlos Francisco, Ing. Agr., Oficina del Coordinador
 Cortés, María Luisa, Ing. Agr., Entomología
 Erazo, Oscar, Ing. Agr., Agronomía
 Gonzáles, Alonso, Biol., Fisiología
 Guerrero, María del Pilar, Ing. Agr., Economía
 Jara, Carlos, Ing. Agr., Fitopatología
 Lareo, Leonardo, Nutricionista, Nutrición
 Lopez, Yolanda, Biol., Mejoramiento
 Martínez, Nelson, Ing. Agr., Agronomía
 Montes de Oca, Gustavo, Ing. Agr., Agronomía
 Ocampo, Gloria Isabel, Bact., Microbiología
 Ochoa, Ivan, M.Sc., Mejoramiento
 Pino, Carlos, Ing. Agr., Fisiología
 Posso, Carmen Elisa, Biol., Entomología
 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
 Vargas, Herney, Ing. Agr., Microbiología

APENDICE C: PUBLICACIONES DEL PROGRAMA DE FRIJOL

- ABAWI, G.; PASTOR-CORRALES, M. 1986. Enfermedades radicales del frijol. Avances en su investigación. Hojas de Frijol para América Latina 8 (2):1-4.
- ABAWI, G. S.; PASTOR-CORRALES, M. A. 1986. Screening procedure and virulence of isolates of Macrophomina phaseolina to beans. (Abstract) Phytopathology 76:1064.
- ABAWI, G. S.; PASTOR-CORRALES, M.A. 1986. Seed transmission and effect of fungicide seed treatments against Macrophomina phaseolina in beans. (Abstract) Phytopathology 76:1064.
- ARBULU D. P.; RUIZ DE LONDOÑO, N.; PACHICO, D. 1986. Diagnóstico de la producción de frijol en la provincia de Chota, departamento de Cajamarca, Perú, 1985. Documento de Trabajo; No. 12. 62 p. (CIAT HD 9235. B4 A7); CIAT, Cali, Colombia.
- BELTRAN, J. A.; WOOLLEY, J. N.; TOBON, J. H.; y ARIAS, J. H. 1987. La investigación en fincas sobre frijol en San Vicente, Antioquia, Colombia 1982-87. Documento de Trabajo: CIAT, Cali, Colombia.
- BEEBE, S. 1986. Obtención de variedades criollas de frijol con resistencia al BCMV. Hojas de Frijol para América Latina 8 (2): 4-5.
- CASTAÑO, Z. J.; MONTOYA, C.A.; PASTOR-CORRALES, M. A. 1986. Influencia del tipo de pústula de roya (Uromyces phaseoli (Reben.) (Wint.) sobre el rendimiento de cultivares de frijol (Phaseolus vulgaris L.) In: Reunión Anual del PCCMCA (32a.: 1986: San Salvador, El Salvador) Resúmenes de trabajo. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Tecnología Agrícola. p. L-29.
- CASTAÑO Z. J.; ALLEN, D.J. 1986. Resistencia inducida en frijol (Phaseolus vulgaris L.) contra roya (Uromyces phaseoli (Reben.) (Wint.) con un aislamiento avirulento de U. phaseoli o de Hemileia vastratrix Berk. et Br. In: Reunión Anual del PCCMCA (32a.: 1986: San Salvador, El Salvador) Resúmenes de trabajo. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Tecnología Agrícola. p. L-30. También en Ceiba 26 (2): 215-235. 1985.
- DAVIS, J. H. C.; PASTOR-CORRALES, M. A. 1986. Añublo de halo (Pseudomonas syringae pv. phaseolicola): distribución de razas y resistencia en frijol. Hojas de frijol. Boletín informativo del Programa de Frijol del CIAT 8(3):1-6.
- DAVIS, J. H. C.; TAYLOR, J.; TEVERSON, D. 1986. Inheritance studies on resistance to halo blight. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 29: 91-92.

- DAVIS, J. H. C.; WOOLLEY, J. N.; MORENO, R. 1986. Multiple cropping with legumes and starchy roots. In: Multiple Cropping Systems. Francis, C. A., ed. New York: MacMillan Publishing Co. pp. 133-160.
- DAVIS, J.H.C.; MORALES, F.; CASTAÑO, M. 1987. Resistance to black root. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 30: 14-15.
- DAVIS, J.H.C.; GARCIA, S. 1987. The effects of plant arrangement and density on intercropped beans (Phaseolus vulgaris) and maize. 1. Traits related to dry matter and seed productivity. Field Crops Research 16 (2):105-115.
- DAVIS, J.H.C.; ROMAN, A.; GARCIA, S. 1987. The effects of plant arrangement and density on intercropped beans (Phaseolus vulgaris) and maize. 2. Comparison of relay intercropping and simultaneous planting. Field Crops Research 16(2):117-128.
- DEBOUCK, D.G. 1986. Primary diversification of Phaseolus in the Americas: three centres?. Plant Genetic Resources Newsletter 67:2-8.
- DEBOUCK, D. G.; LINAN, J.; CAMPANA, S.; and DE LA CRUZ, R. 1987. Observations on the domestication of Phaseolus lunatus L. Plant Genetic Resources Newsletter 70:26-32.
- DESSERT, M. 1987. Changes overtime in the proportion of beans in a varietal mixture. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 30: 79-80.
- DESSERT, K. 1986. Compatibility of on-farm evaluation of bean cooking time in Rwanda with bar drop cooking time index. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 29: 122-123.
- DESSERT, K. 1986. Environmental influence study on cooking time and total protein content of ten Phaseolus vulgaris varieties in Rwanda, Africa. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 29: 123-124.
- FALK, B. W.; MORALES, F. J.; TSAI, J. H. and NIESSEN, A. I. 1987. Serological and biochemical properties of the capsid and major noncapsid proteins of maize stripe, rice hoja blanca, and echinocloa hoja blanca viruses. Phytopathology. 77:196-201.
- GARCIA, C.M.; COLIN, S.M.; and BEEBE, S. 1986. Interacción genotipo X ambiente en frijol común (Phaseolus vulgaris .) In: Reunión Anual del PCCMCA (32a.: 1986: San Salvador, El Salvador) Resúmenes de trabajos. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Tecnología Agrícola. p. L-7.
- GARGIULO, C.A.; PACHICO, D. 1986. Análisis descriptivo del sector porotero del Noroeste Argentino. Tucumán, Argentina: EEDAC. Publicación Miscelánea; No. 80. 54 p.

- GONZALES V. F.; MENENDEZ F. L. 1986. The bean fly, Ophiomyia phaseoli (Tryon) (Diptera: Agromyzidae). Phaseolus Beans Newsletter for Eastern Africa 5:19-35.
- GONZALES V. F. 1986. Rhizoctonia root rot (Rhizoctonia solani Kuhn) of beans: a bibliography. CIAT, Cali, Colombia. 80p.
- GRAF, W.; DESSERT, K. 1986. Le haricot au Rwanda: L'approche pour l'intensification de sa production et sa consommation. Revue DIALOGUE 117 (Juillet-Aout):79-86.
- GRAF, W. 1987. La agrosilvicultura en la investigación sobre frijol. Hojas de Frijol 9 (1):5-7.
- GRAF, W.; TRUTMAN, P. 1987. Results and methodology of diagnostic trials on common beans (Phaseolus vulgaris) in Rwanda: a critical appraisal. CIAT, Cali, Colombia. 10 p.
- HOOGENBOOM, G.; JONES, J. W.; BOOTE, K. J.; WHITE, J. W. 1986. Adaptation of a soybean crop growth model to simulate growth and yield of common bean (Phaseolus vulgaris L.). In Annual Meeting of the American Society of Agronomy (1986: New Orleans, Louisiana) Agronomy Abstracts. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, p. 15.
- HOOGENBOON, G.; JONES, J. W.; WHITE, J. W.; BOOTE, K. J. 1987. Development of a Phaseolus crop simulation model. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 30: 34-35.
- JANSSEN, W. 1987. Producción y demanda por habichuela en los países en desarrollo, datos preliminares. In: Procedimientos de la Reunión de Trabajo sobre mejoramiento de habichuelas, ed. J. Davis, CIAT, Documento de Trabajo, Cali, Colombia.
- JANSSEN, W., 1987. El cultivo de la habichuela en varios países de América Latina. In: Procedimientos de la Reunión de Trabajo sobre mejoramiento de habichuelas, ed. J. Davis, CIAT, Documento de Trabajo, Cali, Colombia.
- KIPE-NOLT JUDY; BRADLEY SYLVESTER R. PCCMCA, Guatemala, Marzo 1987. Estrategias para incluir la evaluación de la fijación simbiótica de N₂ en programas de selección de leguminosas.
- KIRKBY, R. A. 1986. On-farm trials for crop improvement: exploiting their potential. Paper presented at IAR/IDRC Third Oilcrops Network Workshop (Oct. 6-11: 1986: Addis Ababa, Ethiopia) 11 p.
- KIRKBY, R. A. 1986. The role, organization and management of CIAT's activities in support of national bean improvement programs in Eastern Africa. Paper presented at Consultative Group Meeting for Eastern and Central Africa Regional Research on Grain Legumes (Dec. 8-10: 1986: Addis Ababa, Ethiopia) 10p.

- KORNEGAY, J. L.; TEMPLE, S. R. 1986. Inheritance and combining ability of leafhopper defense mechanisms in common bean. *Crop Science* 26(6): 1153-1158.
- KORNEGAY, J. L.; CARDONA, C.; SCHOONHOVEN, A. VAN. 1986. The mechanisms of resistance in common beans to the leafhopper Empoasca kraemeri. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 40(3):273-279.
- MASAYA, P. N.; WHITE, J. W.; WALLACE, D. H. 1986. Efecto de días cortos sobre el tiempo de y posición de aparición de la primera flor en el frijol común (Phaseolus vulgaris L.) In: Reunión Anual del PCCMCA (32a.: 1986: San Salvador, El Salvador) Resúmenes de trabajos. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Tecnología Agrícola. p. L-5.
- MASAYA, P. N.; WHITE, J. W. 1986. Effects of short days on stem elongation in some indeterminate dry bean cultivars adapted to the tropics. *Bean Improvement Cooperative. Annual Report* 29:1-3.
- MASAYA, P.N.; WALLACE, D. H.; WHITE, J. W. 1986. Genetic control of flowering behavior of tropical adapted bean cultivars under two subtropical temperature regimes. *Bean Improvement Cooperative. Annual Report* 29:54-55.
- MORALES, F.J. 1986. Electrophoretic properties of the viral capsid protein in relation to the biological transmission of five isolates of bean yellow mosaic virus. (Abstract) In: Workshop on Plant Virus Disease Epidemiology Meeting (July: 1981: Oxford, England) Proceedings. Orlando, Florida: International Society of Plant Pathology. p. III-9.
- MORALES, F.J. 1986. Epidemiology and integrated control of whitefly-transmitted virus of Phaseolus vulgaris L. in Argentina. In: Workshop on Epidemiology of Plant Virus Diseases (1986: Orlando, Florida) Proceedings. Orlando, Florida: International Society of Plant Disease, pp. III-6-III-9.
- MORALES, F. J. 1986. Transmisión de virus de plantas por insectos. *Miscelánea* 2: 3-22.
- MORALES, F. J.; CASTAÑO, M. 1987. Seed transmission characteristics of selected bean common mosaic virus strains in differential bean cultivars. *Plant Disease* 71 (1): 51-53.
- MORALES, F. J. 1987. Bean golden mosaic virus: germplasm evaluation methodology. *Bean Newsletter* 9(1):1-2.
- MORALES, F. J., and BOS, L. 1987. Bean Common Mosaic Virus. AAB Descriptions of Plant Viruses. No. 336 (No. 73 revised). 4 p.

- MORALES, F. J., and NIESSEN, A. I. 1987. Isolation and partial characterization of Bean Dwarf Mosaic Virus. Proc. Amer. Phytopath. Soc. Caribbean Div. 1987:20. (Abstr.).
- NIENHUIS, J.; SINGH, S. P. 1986. Combining ability analyses and relationships among yield, yield components, and architectural traits in dry bean. Crop Science 26(1):21-27.
- OCAMPO G. I. y KIPE-NOLT J. A. Estudio de la competitividad de dos cepas de Rhizobium leguminosarum biovar. phaseoli en condiciones controladas, utilizando ELISA. I Reunión de Centroamérica y Panamá, México y Caribe sobre fijación Biológica de Nitrógeno. Guatemala, October 1987.
- PACHICO, D.; BORBON C. E. 1986. La adopción de nuevas variedades de frijol en Costa Rica logros y desafíos. In: Reunión Anual del PCCMCA (32a.: 1986: San Salvador, El Salvador) Resúmenes de trabajos. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Tecnología Agrícola. p. L-6. (Original 12p.).
- PACHICO, D.; BORBON C. E. 1986. The adoption of improved bean varieties: a case study in Costa Rica. Trends in CIAT Commodities. Internal Document-Economics 1.11, 1986 (April): 50-67.
- PACHICO, D. 1986. After the green revolution: technical change in bean production in Colombia, Costa Rica and Guatemala. Paper presented at IIMI Rockefeller Foundation Workshop on Managing Agricultural Technology (1986: Lahore, Pakistan) 18 p.
- PACHICO, D. 1986. Cambio tecnológico en el frijol en Costa Rica. Hojas de Frijol para América Latina 8 (1):1,4.
- PACHICO, D. 1986. Structure and trends in world common bean production. Michigan Bean Digest 11 (3): 7-8, 15.
- PACHICO, D. 1986. Trends in beans - 1985. Trends in CIAT commodities. Internal Document-Economics 1.11, 1986 (April): 97-110.
- PACHICO, D. 1987. Impact of improved varieties in bean production in Latin America: a preliminary review. Trends in CIAT commodities. Internal Document-Economics 1.12 (May):3-12.
- PACHICO, D.; BORBON, C. E. 1987. Technical change in traditional small farm agriculture: the case of beans in Costa Rica. Agricultural Administration & Extension 26 (2): 65-74.
- PASTOR-CORRALES, M.A.; ABAWI, G. S. 1986. Evaluation of selected bean accessions for resistance to Macrophomina phaseolina. (Abstract) Phytopathology 76:1087.

- PASTOR-CORRALES, M. A.; ABAWI, G. S. 1986. Field and greenhouse reaction of bean germplasm to Rhizoctonia solani (Abstract) *Phytopathology* 76:1087.
- PASTOR-CORRALES, M. A.; CASTAÑO Z. J.; MONTOYA, C. A. 1986. Pérdidas en rendimiento en variedades de frijol con pústulas pequeñas o grandes de roya, causadas por Uromyces phaseoli (Reben.) Wint. In: Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología (7o.: 1986: Paipa, Boyacá) Resúmenes. Bogotá, Colombia: ASCOLFI. p. 28.
- PASTOR-CORRALES, M. A.; LLANO, G.; CASTELLANOS, G. 1986. Resistencia inducida a la antracnosis del frijol (Phaseolus vulgaris) con aislamientos de Colletotrichum lindemuthianum. In: Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología (7o.: 1986: Paipa, Boyacá) Resúmenes. Bogotá, Colombia: ASCOLFI. p. 28.
- PASTOR-CORRALES, M. A.; ABAWI, G.S. 1987. Reaction of selected bean germplasm to infections by Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli. *Plant Disease* 7: 990-993.
- ROCA, W. M. 1986. Biotecnología de plantas: nuevas oportunidades para la agroindustria. In: *Agroindustria 2000*. Cali, Colombia: Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca. pp. 107-116.
- ROCA, W.M. 1986. Clonade de células vegetales "in vitro". Colombia: *Ciencia y Tecnología* 4(1): 14-15, 29.
- ROCA, W.M.; AMEZQUITA, M. C.; VILLALOBOS, V.M. 1986. Estado actual y perspectivas de la biotecnología agrícola en América Latina y El Caribe, Encuesta 1986. In: Seminario Internacional sobre Temas Prioritarios y Mecanismos de Cooperación en Investigación Agropecuaria en América latina y El Caribe (1986: Cali, Colombia) Trabajos presentados. Cali, Colombia: ICA-CIAT-BID. 310p.
- RODRIGUEZ, R.R.; COLIN, S.M.; BEEBE, S.E. 1987. Caracterización morfo-fisiológica de genotipos precoces en frijol común (Phaseolus vulgaris L.) In: Reunión Anual del PCCMCA (33a.: 1987: Ciudad de Guatemala, Guatemala) Simposio sobre el Mejoramiento para Rendimiento de Frijol. Guatemala: ICTA-CIAT-The Bean Cauipi CRSP. 31p.
- RODRIGUEZ C. M.; RODRIGUEZ T. S.; AGUILAR S. M.; DEBOUCK, D. G. 1987. Phaseolus germplasm collection in Mexico. *Plant Genetic Resources Newsletter* 69:30-38.
- SALAS, I.N.; GONZALES, F.; RIVERA, M.E.; RIZO, N., comps. 1986. Patología de la semilla de frijol (Phaseolus vulgaris L.) 1950-1986. CIAT, Cali, Colombia. Serie Búsquedas Bibliográficas; No. 195. 113 p.

- SALGUERO, V.; OROZCO, S. H. 1986. Evaluación de productos químicos en el control del mosaico dorado del frijol. In: Reunión Anual del PCCMCA (32 a.: 1986: San Salvador, El Salvador) Resúmenes de trabajos. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Tecnología Agrícola. p. L-18.
- SCHMIT, V. 1986. El frijol Cacha: una alternativa interesante para zonas altas y húmedas. Hojas de Frijol 9(3):6-8.
- SCHMIT, V.; BAUDOIN, J. P. 1986. Seed multiplication and preliminary evaluations of Phaseolus coccineus germplasm collection at CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia). Bean Improvement Cooperative. Annual Report 29:63.
- SCHMIT, V.; BAUDOIN, J. P. 1987. Evaluations for Ascochyta resistance in Phaseolus coccineus germplasm collection at CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia) Bean Improvement Cooperative. Annual Report 30:81-82.
- SCHOONHOVEN, A. VAN; PASTOR-CORRALES, M. A. 1987. Standard system for the evaluation of bean germplasm. CIAT, Cali, Colombia. 54 p.
- SINGH, S. P. 1986. Mejoramiento para aumentar el rendimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.) In: Reunión Anual del PCCMCA (32a.: 1986: San Salvador, El Salvador) Resúmenes de trabajo. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Tecnología Agrícola. p. L-37.
- SMITHSON, J. B. 1986. Evaluation methods and utilization of germplasm of annual crop species. CIAT, Cali, Colombia. 9p.
- TEMPLE, S. R.; MORALES, F. J. 1986. Linkage of dominant hypersensitive resistance to bean common mosaic virus to seed color in Phaseolus vulgaris L. Euphytica 35:331-333.
- THUNG, M.; ORTEGA, J.; ERAZO, O. 1987. Breeding methodology for phosphorus efficiency and tolerance to aluminum and manganese toxicities for beans (Phaseolus vulgaris L.) In: Workshop on Evaluating Sorghum for Tolerance to Al-Toxic Tropical Soils in Latin America (28 May-2 June: 1984: Cali, Colombia) Sorghum for acid soils. Proceedings. Gourley, L.; Salinas, J. G., eds. Cali, Colombia: INTSORMIL-ICRISAT-CIAT. pp. 197-212.
- TRUTMANN, P.; KAYTARE, J. 1986. Control of diseases of Phaseolus vulgaris L. in Central Africa using cultural methods. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 29: 127.

- VARCAS H. y KIPE-NOLT J. A.. Evaluación de la Nodulación y fijación de nitrógeno en variedades de frijol con diferentes hábitos de crecimiento. I Reunión de Centro América y Panamá, México y Caribe sobre fijación Biológica de Nitrógeno.
- VOSS, J. 1987. Integrating social science research into the development and testing of new agricultural technology: the case of CIAT's Great Lakes Bean Project. Trends in CIAT Commodities. Internal Document-Economics 1.12 (May): 13-33.
- VOYSEST, O.; GIRALDO, I.C.; VALENCIA, M.C. 1986. Directorio de investigadores en frijol (Phaseolus vulgaris L.) Cali, Colombia: CIAT, 169 p.
- VOYSEST, O.; GIRALDO, M. C.; VALENCIA, M.C. 1987. Directorio de investigadores en frijol. Directory of bean researchers. Annuaire des chercheurs sur le haricot (Phaseolus vulgaris L.) 2a. ed. Cali, Colombia: CIAT. 146 p.
- VOYSEST, OSWALDO y AMEZQUITA, MARIA CRISTINA, 1987. Consistencia de comportamiento de líneas avanzadas de frijol, (Phaseolus vulgaris L.) en dos viveros de selección. In: XXXIIIa. Reunión anual del PCCMCA- Guatemala.
- WHITE, J. W. 1987. Estrategia del CIAT para mejorar el rendimiento del frijol continuando el proceso de domesticación. In: Reunión Anual del PCCMCA (33a: 1987: Ciudad de Guatemala, Guatemala) Simposio sobre el mejoramiento para Rendimiento de Frijol. Guatemala: ICTA-CIAT-The Bean Caupi CRSP. 35p.
- WHITE, J.W.; DAVIS, J. H. C.; CASTILLO, J. 1987. Inducing early flowering in Andean cultivars adapted to low temperature. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 30: 12-13.
- WOOLLEY, J. N.; PACHICO, D. 1986. The CIAT Bean Program's approach to systems-based research. In: IARC Workshop on Farming Systems Research (Feb.: 1986: Hyderabad, India) Proceedings. Hyderabad, India: ICRISAT. 27 p.
- WOOLLEY, J. N. 1986. Investigación a nivel de finca y producción de semillas para pequeños agricultores: Caso del frijol. In: producción de Semillas Mejoradas para Pequeños Agricultores (2a.: 1986:Cali, Colombia) Memorias. Gómez M., F.; Zapata, M. I. de, eds. Cali, Colombia: CIAT. pp. 125-132.
- WOOLLEY, J. N.; SMITH, M. E. 1986. Maize plant types suitable for present and possible bean relay systems in Central America. Field Crops Research 15 (1):3-16.

- WOOLLEY, J. N. 1986. Producción de semillas para pequeños agricultores: el caso del fríjol. In: Producción de semillas mejoradas para pequeños agricultores (2a.: 1986: Cali, Colombia) Memorias. Gómez M., F.; Zapata, M. I. de, eds. Cali, Colombia: CIAT. pp. 125-132.
- WOOLLEY, J. N. 1987. El diseño de ensayos para la investigación en campos de agricultores. Versión preliminar. Cali, Colombia: CIAT. Programa de Fríjol. 58 p.
- WOOLLEY, J. N.; BELTRAN, J. A.; VALLEJO, R. A.; PRAGER, M. 1987. Identificando tecnologías apropiadas para agricultores: caso del sistema fríjol + maíz en Ipiales, Colombia 1982-1986. Versión preliminar. Cali, Colombia: CIAT. Programa de Fríjol. 78 p.
- WOOLLEY, J.N.; PACHICO, D. 1987. Un marco metodológico para la investigación en campos de agricultores. Versión preliminar. CIAT, Cali, Colombia. Programa de Fríjol. 43 p.
- WOOLLEY, J. N. and RODRIGUEZ, W. 1987. Cultivar x cropping system interactions in relay and row intercropping of bush beans with different maize plant types. Experimental Agriculture 23: 181-192.
- WOOLLEY, J. (compilador). 1987. La investigación de fríjol en campos de agricultores de America Latina. Memorias de un taller. Documento de Trabajo No. 27. CIAT, Cali, Colombia. 344 pp.

APPENDIX C: BEAN PROGRAM PUBLICATIONS

- ABAWI, G.; PASTOR-CORRALES, M. 1986. Enfermedades radicales del fríjol. Avances en su investigación. Hojas de Fríjol para América Latina 8 (2):1-4.
- ABAWI, G. S.; PASTOR-CORRALES, M. A. 1986. Screening procedure and virulence of isolates of Macrophomina phaseolina to beans. (Abstract) Phytopathology 76:1064.
- ABAWI, G. S.; PASTOR-CORRALES, M.A. 1986. Seed transmission and effect of fungicide seed treatments against Macrophomina phaseolina in beans. (Abstract) Phytopathology 76:1064.
- ARBULU D. P.; RUIZ DE LONDOÑO, N.; PACHICO, D. 1986. Diagnóstico de la producción de fríjol en la provincia de Chota, departamento de Cajamarca, Perú, 1985. Documento de Trabajo; No. 12. 62 p. (CIAT HD 9235. B4 A7); CIAT, Cali, Colombia.
- BELTRAN, J. A.; WOOLLEY, J. N.; TOBON, J. H.; y ARIAS, J. H. 1987. La investigación en fincas sobre fríjol en San Vicente, Antioquia, Colombia 1982-87. Documento de Trabajo: CIAT, Cali, Colombia.
- BEEBE, S. 1986. Obtención de variedades criollas de fríjol con resistencia al BCMV. Hojas de Fríjol para América Latina 8 (2): 4-5.
- CASTAÑO, Z. J.; MONTOYA, C.A.; PASTOR-CORRALES, M. A. 1986. Influencia del tipo de pústula de roya (Uromyces phaseoli (Reben.) (Wint.) sobre el rendimiento de cultivares de fríjol (Phaseolus vulgaris L.) In: Reunión Anual del PCCMCA (32a.: 1986: San Salvador, El Salvador) Resúmenes de trabajo. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Tecnología Agrícola. p. L-29.
- CASTAÑO Z. J.; ALLEN, D.J. 1986. Resistencia inducida en fríjol (Phaseolus vulgaris L.) contra roya (Uromyces phaseoli (Reben.) (Wint.) con un aislamiento avirulento de U. phaseoli o de Hemileia vastratrix Berk. et Br. In: Reunión Anual del PCCMCA (32a.: 1986: San Salvador, El Salvador) Resúmenes de trabajo. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Tecnología Agrícola. p. L-30. También en Ceiba 26 (2): 215-235. 1985.
- DAVIS, J. H. C.; PASTOR-CORRALES, M. A. 1986. Añublo de halo (Pseudomonas syringae pv. phaseolicola): distribución de razas y resistencia en fríjol. Hojas de fríjol. Boletín informativo del Programa de Fríjol del CIAT 8(3):1-6.
- DAVIS, J. H. C.; TAYLOR, J.; TEVERSON, D. 1986. Inheritance studies on resistance to halo blight. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 29: 91-92.

- DAVIS, J. H. C.; WOOLLEY, J. N.; MORENO, R. 1986. Multiple cropping with legumes and starchy roots. In: Multiple Cropping Systems. Francis, C. A., ed. New York: MacMillan Publishing Co. pp. 133-160.
- DAVIS, J.H.C.; MORALES, F.; CASTAÑO, M. 1987. Resistance to black root. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 30: 14-15.
- DAVIS, J.H.C.; GARCIA, S. 1987. The effects of plant arrangement and density on intercropped beans (Phaseolus vulgaris) and maize. 1. Traits related to dry matter and seed productivity. Field Crops Research 16 (2):105-115.
- DAVIS, J.H.C.; ROMAN, A.; GARCIA, S. 1987. The effects of plant arrangement and density on intercropped beans (Phaseolus vulgaris) and maize. 2. Comparison of relay intercropping and simultaneous planting. Field Crops Research 16(2):117-128.
- DEBOUCK, D.G. 1986. Primary diversification of Phaseolus in the Americas: three centres?. Plant Genetic Resources Newsletter 67:2-8.
- DEBOUCK, D. G.; LINAN, J.; CAMPANA, S.; and DE LA CRUZ, R. 1987. Observations on the domestication of Phaseolus lunatus L. Plant Genetic Resources Newsletter 70:26-32.
- DESSERT, M. 1987. Changes overtime in the proportion of beans in a varietal mixture. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 30: 79-80.
- DESSERT, K. 1986. Compatibility of on-farm evaluation of bean cooking time in Rwanda with bar drop cooking time index. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 29: 122-123.
- DESSERT, K. 1986. Environmental influence study on cooking time and total protein content of ten Phaseolus vulgaris varieties in Rwanda, Africa. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 29: 123-124.
- FALK, B. W.; MORALES, F. J.; TSAI, J. H. and NIESSEN, A. I. 1987. Serological and biochemical properties of the capsid and major noncapsid proteins of maize stripe, rice hoja blanca, and echinocloa hoja blanca viruses. Phytopathology. 77:196-201.
- GARCIA, C.M.; COLIN, S.M.; and BEEBE, S. 1986. Interacción genotipo X ambiente en frijol común (Phaseolus vulgaris L.) In: Reunión Anual del PCCMCA (32a.: 1986: San Salvador, El Salvador) Resúmenes de trabajos. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Tecnología Agrícola. p. L-7.
- GARGIULO, C.A.; PACHICO, D. 1986. Análisis descriptivo del sector protero del Noroeste Argentino. Tucumán, Argentina: EEDAC. Publicación Miscelánea; No. 80. 54 p.

- GONZALES V. F.; MENENDEZ F. L. 1986. The bean fly, Ophiomyia phaseoli (Tryon) (Diptera: Agromyzidae). Phaseolus Beans Newsletter for Eastern Africa 5:19-35.
- GONZALES V. F. 1986. Rhizoctonia root rot (Rhizoctonia solani Kuhn) of beans: a bibliography. CIAT, Cali, Colombia. 80p.
- GRAF, W.; DESSERT, K. 1986. Le haricot au Rwanda: L'approche pour l'intensification de sa production et sa consommation. Revue DIALOGUE 117 (Juillet-Aout):79-86.
- GRAF, W. 1987. La agrosilvicultura en la investigación sobre frijol. Hojas de Frijol 9 (1):5-7.
- GRAF, W.; TRUTMAN, P. 1987. Results and methodology of diagnostic trials on common beans (Phaseolus vulgaris) in Rwanda: a critical appraisal. CIAT, Cali, Colombia. 10 p.
- HOOGENBOOM, G.; JONES, J. W.; BOOTE, K. J.; WHITE, J. W. 1986. Adaptation of a soybean crop growth model to simulate growth and yield of common bean (Phaseolus vulgaris L.). In Annual Meeting of the American Society of Agronomy (1986: New Orleans, Louisiana) Agronomy Abstracts. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, p. 15.
- HOOGENBOON, G.; JONES, J. W.; WHITE, J. W.; BOOTE, K. J. 1987. Development of a Phaseolus crop simulation model. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 30: 34-35.
- JANSSEN, W. 1987. Producción y demanda por habichuela en los países en desarrollo, datos preliminares. In: Procedimientos de la Reunión de Trabajo sobre mejoramiento de habichuelas, ed. J. Davis, CIAT, Documento de Trabajo, Cali, Colombia.
- JANSSEN, W., 1987. El cultivo de la habichuela en varios países de América Latina. In: Procedimientos de la Reunión de Trabajo sobre mejoramiento de habichuelas, ed. J. Davis, CIAT, Documento de Trabajo, Cali, Colombia.
- KIPE-NOLT JUDY; BRADLEY SYLVESTER R. PCCMCA, Guatemala, Marzo 1987. Estrategias para incluir la evaluación de la fijación simbiótica de N₂ en programas de selección de leguminosas.
- KIRKBY, R. A. 1986. On-farm trials for crop improvement: exploiting their potential. Paper presented at IAR/IDRC Third Oilcrops Network Workshop (Oct. 6-11: 1986: Addis Ababa, Ethiopia) 11 p.
- KIRKBY, R. A. 1986. The role, organization and management of CIAT's activities in support of national bean improvement programs in Eastern Africa. Paper presented at Consultative Group Meeting for Eastern and Central Africa Regional Research on Grain Legumes (Dec. 8-10: 1986: Addis Ababa, Ethiopia) 10p.

- KORNEGAY, J. L.; TEMPLE, S. R. 1986. Inheritance and combining ability of leafhopper defense mechanisms in common bean. *Crop Science* 26(6): 1153-1158.
- KORNEGAY, J. L.; CARDONA, C.; SCHOONHOVEN, A. VAN. 1986. The mechanisms of resistance in common beans to the leafhopper Empoasca kraemeri. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 40(3):273-279.
- MASAYA, P. N.; WHITE, J. W.; WALLACE, D. H. 1986. Efecto de días cortos sobre el tiempo de y posición de aparición de la primera flor en el frijol común (Phaseolus vulgaris L.) In: Reunión Anual del PCCMCA (32a.: 1986: San Salvador, El Salvador) Resúmenes de trabajos. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Tecnología Agrícola. p. 1-5.
- MASAYA, P. N.; WHITE, J. W. 1986. Effects of short days on stem elongation in some indeterminate dry bean cultivars adapted to the tropics. *Bean Improvement Cooperative. Annual Report* 29:1-3.
- MASAYA, P.N.; WALLACE, D. H.; WHITE, J. W. 1986. Genetic control of flowering behavior of tropical adapted bean cultivars under two subtropical temperature regimes. *Bean Improvement Cooperative. Annual Report* 29:54-55.
- MORALES, F.J. 1986. Electrophoretic properties of the viral capsid protein in relation to the biological transmission of five isolates of bean yellow mosaic virus. (Abstract) In: Workshop on Plant Virus Disease Epidemiology Meeting (July: 1981: Oxford, England) Proceedings. Orlando, Florida: International Society of Plant Pathology. p. III-9.
- MORALES, F.J. 1986. Epidemiology and integrated control of whitefly-transmitted virus of Phaseolus vulgaris L. in Argentina. In: Workshop on Epidemiology of Plant Virus Diseases (1986: Orlando, Florida) Proceedings. Orlando, Florida: International Society of Plant Disease, pp. III-6-III-9.
- MORALES, F. J. 1986. Transmisión de virus de plantas por insectos. *Miscelánea* 2: 3-22.
- MORALES, F. J.; CASTAÑO, M. 1987. Seed transmission characteristics of selected bean common mosaic virus strains in differential bean cultivars. *Plant Disease* 71 (1): 51-53.
- MORALES, F. J. 1987. Bean golden mosaic virus: germplasm evaluation methodology. *Bean Newsletter* 9(1):1-2.
- MORALES, F. J., and BOS, L. 1987. Bean Common Mosaic Virus. AAB Descriptions of Plant Viruses. No. 336 (No. 13 revised). 4 p.

- MORALES, F. J., and NIESSEN, A. I. 1987. Isolation and partial characterization of Bean Dwarf Mosaic Virus. Proc. Amer. Phytopath. Soc. Caribbean Div. 1987:20. (Abstr.).
- NIENHUIS, J.; SINGH, S. P. 1986. Combining ability analyses and relationships among yield, yield components, and architectural traits in dry bean. Crop Science 26(1):21-27.
- OCAMPO G. I. y KIPE-NOLT J. A. Estudio de la competitividad de dos cepas de Rhizobium leguminosarum biovar. phaseoli en condiciones controladas, utilizando ELISA. I Reunión de Centroamérica y Panamá, México y Caribe sobre fijación Biológica de Nitrógeno. Guatemala, October 1987.
- PACHICO, D.; BORBON C. E. 1986. La adopción de nuevas variedades de frijol en Costa Rica logros y desafíos. In: Reunión Anual del PCCMCA (32a.: 1986: San Salvador, El Salvador) Resúmenes de trabajos. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Tecnología Agrícola. p. L-6. (Original 12p.).
- PACHICO, D.; BORBON C. E. 1986. The adoption of improved bean varieties: a case study in Costa Rica. Trends in CIAT Commodities. Internal Document-Economics 1.11, 1986 (April): 50-67.
- PACHICO, D. 1986. After the green revolution: technical change in bean production in Colombia, Costa Rica and Guatemala. Paper presented at IIMI Rockefeller Foundation Workshop on Managing Agricultural Technology (1986: Lahore, Pakistan) 18 p.
- PACHICO, D. 1986. Cambio tecnológico en el frijol en Costa Rica. Hojas de Frijol para América Latina 8 (1):1,4.
- PACHICO, D. 1986. Structure and trends in world common bean production. Michigan Bean Digest 11 (3): 7-8, 15.
- PACHICO, D. 1986. Trends in beans - 1985. Trends in CIAT commodities. Internal Document-Economics 1.11, 1986 (April): 97-110.
- PACHICO, D. 1987. Impact of improved varieties in bean production in Latin America: a preliminary review. Trends in CIAT commodities. Internal Document-Economics 1.12 (May):3-12.
- PACHICO, D.; BORBON, C. E. 1987. Technical change in traditional small farm agriculture: the case of beans in Costa Rica. Agricultural Administration & Extension 26 (2): 65-74.
- PASTOR-CORRALES, M.A.; ABAWI, G. S. 1986. Evaluation of selected bean accessions for resistance to Macrophomina phaseolina. (Abstract) Phytopathology 76:1087.

- PASTOR-CORRALES, M. A.; ABAWI, G. S. 1986. Field and greenhouse reaction of bean germplasm to Rhizoctonia solani (Abstract) *Phytopathology* 76:1087.
- PASTOR-CORRALES, M. A.; CASTAÑO Z. J.; MONTOYA, C. A. 1986. Pérdidas en rendimiento en variedades de fríjol con pústulas pequeñas o grandes de roya, causadas por Uromyces phaseoli (Reben.) Wint. In: Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología (7o.: 1986: Paipa, Boyacá) Resúmenes. Bogotá, Colombia: ASCOLFI. p. 28.
- PASTOR-CORRALES, M. A.; LLANO, G.; CASTELLANOS, G. 1986. Resistencia inducida a la antracnosis del fríjol (Phaseolus vulgaris) con aislamientos de Colletotrichum lindemuthianum. In: Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología (7o.: 1986: Paipa, Boyacá) Resúmenes. Bogotá, Colombia: ASCOLFI. p. 28.
- PASTOR-CORRALES, M. A.; ABAWI, G.S. 1987. Reaction of selected bean germplasm to infections by Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli. *Plant Disease* 7: 990-993.
- ROCA, W. M. 1986. Biotecnología de plantas: nuevas oportunidades para la agroindustria. In: Agroindustria 2000. Cali, Colombia: Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca. pp. 107-116.
- ROCA, W.M. 1986. Clonade de células vegetales "in vitro". Colombia: *Ciencia y Tecnología* 4(1): 14-15, 29.
- ROCA, W.M.; AMEZQUITA, M. C.; VILLALOBOS, V.M. 1986. Estado actual y perspectivas de la biotecnología agrícola en América Latina y El Caribe, Encuesta 1986. In: Seminario Internacional sobre Temas Prioritarios y Mecanismos de Cooperación en Investigación Agropecuaria en América latina y El Caribe (1986: Cali, Colombia) Trabajos presentados. Cali, Colombia: ICA-CIAT-BID. 310p.
- RODRIGUEZ, R.R.; COLIN, S.M.; BEEBE, S.E. 1987. Caracterización morfo-fisiológica de genotipos precoces en fríjol común (Phaseolus vulgaris L.) In: Reunión Anual del PCCMCA (33a.: 1987: Ciudad de Guatemala, Guatemala) Simposio sobre el Mejoramiento para Rendimiento de Fríjol. Guatemala: ICTA-CIAT-The Bean Caupi CRSP. 31p.
- RODRIGUEZ C. M.; RODRIGUEZ T. S.; AGUILAR S. M.; DEBOUCK, D. G. 1987. Phaseolus germplasm collection in Mexico. *Plant Genetic Resources Newsletter* 69:30-38.
- SALAS, I.N.; GONZALES, F.; RIVERA, M.E.; RIZO, N., comps. 1986. Patología de la semilla de fríjol (Phaseolus vulgaris L.) 1950-1986. CIAT, Cali, Colombia. Serie Búsquedas Bibliográficas; No. 195. 113 p.

- SALGUERO, V.; OROZCO, S. H. 1986. Evaluación de productos químicos en el control del mosaico dorado del frijol. In: Reunión Anual del PCCMCA (32 a.: 1986: San Salvador, El Salvador) Resúmenes de trabajos. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Tecnología Agrícola. p. L-18.
- SCHMIT, V. 1986. El frijol Cacha: una alternativa interesante para zonas altas y húmedas. Hojas de Frijol 9(3):6-8.
- SCHMIT, V.; BAUDOIN, J. P. 1986. Seed multiplication and preliminary evaluations of Phaseolus coccineus germplasm collection at CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia). Bean Improvement Cooperative. Annual Report 29:63.
- SCHMIT, V.; BAUDOIN, J. P. 1987. Evaluations for Ascochyta resistance in Phaseolus coccineus germplasm collection at CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia) Bean Improvement Cooperative. Annual Report 30:81-82.
- SCHOONHOVEN, A. VAN; PASTOR-CORRALES, M. A. 1987. Standard system for the evaluation of bean germplasm. CIAT, Cali, Colombia. 54 p.
- SINGH, S. P. 1986. Mejoramiento para aumentar el rendimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.) In: Reunión Anual del PCCMCA (32a.: 1986: San Salvador, El Salvador) Resúmenes de trabajo. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Tecnología Agrícola. p. L-37.
- SMITHSON, J. B. 1986. Evaluation methods and utilization of germplasm of annual crop species. CIAT, Cali, Colombia. 9p.
- TEMPLE, S. R.; MORALES, F. J. 1986. Linkage of dominant hypersensitive resistance to bean common mosaic virus to seed color in Phaseolus vulgaris L. Euphytica 35:331-333.
- THUNG, M.; ORTEGA, J.; ERAZO, O. 1987. Breeding methodology for phosphorus efficiency and tolerance to aluminum and manganese toxicities for beans (Phaseolus vulgaris L.) In: Workshop on Evaluating Sorghum for Tolerance to Al-Toxic Tropical Soils in Latin America (28 May-2 June: 1984: Cali, Colombia) Sorghum for acid soils. Proceedings. Courley, L.; Salinas, J. G., eds. Cali, Colombia: INTSORMIL-ICRISAT-CIAT. pp. 197-212.
- TRUTMANN, P.; KAYTARE, J. 1986. Control of diseases of Phaseolus vulgaris L. in Central Africa using cultural methods. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 29: 127.

- VARGAS H. y KIPE-NOLT J. A.. Evaluación de la Nodulación y fijación de nitrógeno en variedades de frijol con diferentes hábitos de crecimiento. I Reunión de Centro América y Panamá, México y Caribe sobre fijación Biológica de Nitrógeno.
- VOSS, J. 1987. Integrating social science research into the development and testing of new agricultural technology: the case of CIAT's Great Lakes Bean Project. Trends in CIAT Commodities. Internal Document-Economics 1.12 (May): 13-33.
- VOYSEST, O.; GIRALDO, I.C.; VALENCIA, M.C. 1986. Directorio de investigadores en frijol (Phaseolus vulgaris L.) Cali, Colombia: CIAT, 169 p.
- VOYSEST, O.; GIRALDO, M. C.; VALENCIA, M.C. 1987. Directorio de investigadores en frijol. Directory of bean researchers. Annuaire des chercheurs sur le haricot (Phaseolus vulgaris L.) 2a. ed. Cali, Colombia: CIAT. 146 p.
- VOYSEST, OSWALDO y AMEZQUITA, MARIA CRISTINA, 1987. Consistencia de comportamiento de líneas avanzadas de frijol, (Phaseolus vulgaris L.) en dos viveros de selección. In: XXXIIIa. Reunión anual del PCCMCA- Guatemala.
- WHITE, J. W. 1987. Estrategia del CIAT para mejorar el rendimiento del frijol continuando el proceso de domesticación. In: Reunión Anual del PCCMCA (33a: 1987: Ciudad de Guatemala, Guatemala) Simposio sobre el mejoramiento para Rendimiento de Frijol. Guatemala: ICTA-CIAT-The Bean Caupi CRSP. 35p.
- WHITE, J.W.; DAVIS, J. H. C.; CASTILLO, J. 1987. Inducing early flowering in Andean cultivars adapted to low temperature. Bean Improvement Cooperative. Annual Report 30: 12-13.
- WOOLLEY, J. N.; PACHICO, D. 1986. The CIAT Bean Program's approach to systems-based research. In: IAPC Workshop on Farming Systems Research (Feb.: 1986: Hyderabad, India) Proceedings. Hyderabad, India: ICRISAT. 27 p.
- WOOLLEY, J. N. 1986. Investigación a nivel de finca y producción de semillas para pequeños agricultores: Caso del frijol. In: producción de Semillas Mejoradas para Pequeños Agricultores (2a.: 1986: Cali, Colombia) Memorias. Gómez M., F.; Zapata, M. I. de, eds. Cali, Colombia: CIAT. pp. 125-132.
- WOOLLEY, J. N.; SMITH, M. E. 1986. Maize plant types suitable for present and possible bean relay systems in Central America. Field Crops Research 15 (1):3-16.

- WOOLLEY, J. N. 1986. Producción de semillas para pequeños agricultores: el caso del fríjol. In: Producción de semillas mejoradas para pequeños agricultores (2a.: 1986: Cali, Colombia) Memorias. Gómez M., F.; Zapata, M. I. de, eds. Cali, Colombia: CIAT. pp. 125-132.
- WOOLLEY, J. N. 1987. El diseño de ensayos para la investigación en campos de agricultores. Versión preliminar. Cali, Colombia: CIAT. Programa de Fríjol. 58 p.
- WOOLLEY, J. N.; BELTRAN, J. A.; VALLEJO, R. A.; PRAGER, M. 1987. Identificando tecnologías apropiadas para agricultores: caso del sistema fríjol + maíz en Ipiales, Colombia 1982-1986. Versión preliminar. Cali, Colombia: CIAT. Programa de Fríjol. 78 p.
- WOOLLEY, J.N.; PACHICO, D. 1987. Un marco metodológico para la investigación en campos de agricultores. Versión preliminar. CIAT, Cali, Colombia. Programa de Fríjol. 43 p.
- WOOLLEY, J. N. and RODRIGUEZ, W. 1987. Cultivar x cropping system interactions in relay and row intercropping of bush beans with different maize plant types. Experimental Agriculture 23: 181-192.
- WOOLLEY, J. (compilador). 1987. La investigación de fríjol en campos de agricultores de America Latina. Memorias de un taller. Documento de Trabajo No. 27. CIAT, Cali, Colombia. 344 pp.