

-PN- AAS- 338
ISN: 39249

Informe Anual 1983

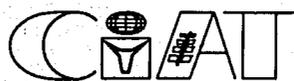
El CIAT es una institución sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo agrícola y económico de las zonas tropicales bajas. Su sede principal se encuentra en un terreno de 522 hectáreas, cercano a Cali, Colombia. Dicho terreno es propiedad del gobierno colombiano, el cual, en su calidad de anfitrión, brinda apoyo a las actividades del CIAT. Este dispone, igualmente, de dos subestaciones propiedad de la Fundación para la Educación Superior (FES): Quilichao, con una extensión de 184 hectáreas, y Popayán, con 73 hectáreas, y de una subestación de 30 hectáreas—CIAT-Santa Rosa— ubicada en terrenos cedidos por la Federación de Arroceros de Colombia (FEDEARROZ), cerca a Villavicencio. Junto con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el CIAT administra el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Carimagua, de 22,000 hectáreas, en los Llanos Orientales y colabora con el mismo ICA en varias de sus otras estaciones experimentales en Colombia. El CIAT también lleva a cabo investigaciones en varias sedes de instituciones agrícolas nacionales en otros países de América Latina. Los programas del CIAT son financiados por un grupo de donantes que en su mayoría pertenecen al Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIARI). Durante 1984 tales donantes son los gobiernos de Australia, Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos de América, Francia, Holanda, Italia, Japón, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania, Suecia y Suiza; la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ); el Banco Interamericano de Desarrollo (BID); el Banco Mundial; el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID); la Comunidad Económica Europea (CEE); el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (IFAD); el Fondo de la OPEP para el Desarrollo Internacional; la Fundación Ford; la Fundación Rockefeller; la Fundación W. K. Kellogg; la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 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.

PNAAS-338

Informe Anual **1983**

Programa de Frijol



Centro Internacional de Agricultura Tropical

CONTENIDO

	<u>Página</u>
Avances Logrados en 1983.....	1
Programa	5
Estudios Agro-ecológicos de Zonas de Producción de Frijol.....	8
ACTIVIDADES EN GERMOPLASMA DE FRIJOL	
<u>Recolección, Multiplicación y Distribución de Germoplasma..</u>	11
<u>Mejoramiento Genético</u>	
A- <u>Mejoramiento de Caracteres.....</u>	18
Resistencia a Enfermedades Fungosas	18
Resistencia a Enfermedades Bacterianas	38
Resistencia a Enfermedades Virales	44
Resistencia a insectos	54
Tolerancia al Estrés por Sequía.....	67
Tolerancia a Suelos Acidos.....	72
Arquitectura de la Planta y Rendimiento	76
Fijación de N ₂	83
Variabilidad a partir de Hibridación Interespecífica..	86
B- <u>Despliegue de Caracteres</u>	
América Central, Costa de México, Sur	
América y el Caribe.....	100
Brasil, México, Argentina y el Oeste de Asia.....	104
La Zona Andina y Africa Oriental	
De Habichuela.....	113
<u>Evaluación en Viveros Uniformes</u>	122
VEF	122
EP	123
IBYAN	141
EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PRACTICAS AGRONOMICAS	
Investigación en Fincas	154
Economía.....	177
Biología y Control de Plagas	188
Enanismo Híbrido en la F ₁	194
CAPACITACION CIENTIFICA Y ACTIVIDADES DE LA RED INTERNACIONAL	
América Central.....	198
Brasil.....	207
Perú.....	214
Capacitación Científica.....	221
Investigación Colaborativa en Frijol en la IVT,	
Wageningen, Holanda.....	229
PERSONAL (a Diciembre 31, 1983).....	231
APENDICE I: Instituciones que Colaboraron.....	234
APENDICE II: Lista de Acciones "G".....	236

AVANCES LOGRADOS EN 1983

La descentralización de las actividades de mejoramiento genético continuó en 1983 con el envío de 17.000 muestras de semillas a programas nacionales. Estas consistían de líneas progenitoras, frecuentemente como bloques de cruzamientos (4.958 unidades), nuevas líneas en generación temprana (3.813 unidades) o materiales segregantes (8.939 unidades). En América Central, donde la descentralización de mejoramiento genético es más notable, la mayoría del germoplasma fué enviado como poblaciones segregantes o progenies de generación temprana.

Al Africa, donde se está empezando un programa extenso de colaboración internacional, se mandaron principalmente líneas progenitoras para determinar la adaptación local y fuentes de resistencia a una enfermedad en particular, y a otros estreses. La selección local en material segregante derivado del banco mundial de germoplasma del CIAT y su potencial para cruces ha incrementado considerablemente los viajes del personal del CIAT.

La descentralización también se refleja en el personal contratado, particularmente con respeto al personal de proyectos especiales. El Proyecto de América Central fué evaluado y una extensión del proyecto de la Corporación Suiza de Desarrollo (CSD) fué concedido por un período adicional de tres años. Al agrónomo responsable de la colaboración internacional en el Perú lo reemplazó un fitomejorador de frijol quien adicionalmente funciona como co-lider del programa nacional. Se escogió un fitomejorador para esta posición debido al poco progreso en la producción de frijol en el Perú principalmente debido a la falta de variedades resistentes a enfermedades. El agrónomo especialista en suelos, miembro del Programa de Frijol del CIAT sigue desempeñando sus labores en el Centro Nacional de Investigaciones en Arroz y Frijol (CNPAF) en Brasil.

Un avance importante en las actividades de 1983 fué la radicación del primer científico en frijol del CIAT en Africa. Después de la conferencia en Kigali, Rwanda, en febrero de 1983, para la reorganización de la investigación agrícola en Rwanda, una misión conjunta CIAT-CSD viajó a Rwanda y Burundi con el fin de desarrollar un proyecto para la conexión de la investigación colaborativa entre los países del Gran Lago (Rwanda, Burundi, y la provincia Kivu de Zafr) y el CIAT. En octubre, el primer científico, un fitomejorador, se radicó en Rubona, Rwanda, en el Instituto Nacional de Investigación Agrícola, ISAR, para atender la región. Un agrónomo, un patólogo y un antropólogo (el último un científico posdoctoral con fondos de la Fundación Rockefeller) próximamente formarán parte del equipo en Rubona. Se espera que el proyecto servirá a otros países vecinos con zonas ecológicas similares considerando que la región tiene el más alto consumo per capita de frijol en el mundo y que sus habitantes obtienen más proteína sólo del frijol que de todos los productos animales combinados.

En 1983, se lanzaron variedades nuevas adicionales. En Brasil, se lanzaron tres variedades: dos por EMCAPA, BAT 304 como Capixaba Precoce y BAT 179 como Vitoria, de las cuales aproximadamente cinco y tres

toneladas de semilla estaban disponibles respectivamente a mitad del año. EMPASC lanzó ICA Línea 38 como EMPASC-201-Chapeco. En Nicaragua se lanzaron dos variedades: Revolución 83 (BAT 1215) y Revolución 79 A (BAT 789). Varios países se concentraron en la promoción de variedades ya lanzadas y nuevas variedades se lanzarán solamente si se obtiene un mejoramiento substancial sobre las variedades actualmente utilizadas.

Se han comenzado estudios de adopción de nuevas variedades por los agricultores. En regiones que representan aproximadamente el 50% de la producción de frijol en Costa Rica, la variedad Talamanca (ICA Línea 10103) ha sido cultivada por el 61% de los agricultores. La segunda variedad lanzada, Brunca (BAT 304), fué sembrada por el 6% de los agricultores. Muchos ya han aumentado la densidad de siembra de las nuevas variedades en comparación con la de las variedades tradicionales. En Guatemala, ICTA reporta que, dependiendo de la región, de 40 a 60% de los agricultores actualmente cultivan variedades mejoradas con incremento en la producción de frijol, mientras que el Banco de Guatemala reporta que las importaciones están disminuyendo a tal punto que no ha habido importaciones en 1983. Sin embargo, los datos anteriores requerirán verificación a través de varios años antes de llegar a conclusiones definitivas.

Significante es el apoyo que la red formada por el CIAT aporta a la investigación de frijol en los programas nacionales:

- Hay un intercambio activo de germoplasma, líneas mejoradas, metodologías de evaluación y recomendaciones de manejo agronómico entre programas nacionales y entre el CIAT y dichos programas. Lo anterior ha sido posible después de un activo programa de capacitación en el CIAT, incluyendo capacitación orientada a la obtención de grados profesionales.
- En los programas locales se están usando, en gran cantidad, nuevas fuentes de resistencia (ej. para bacteriosis común, antracnosis, mancha angular de la hoja,) y las líneas sobresalientes identificadas en un país, rápidamente se evalúan en otros con zonas ecológicas similares.
- En las reuniones regionales es notorio cierto grado de autoconfianza y competencia por los avances en investigación lo cual refuerza la red.

En adición a su labor de apoyo a la red descentralizada, se pueden reportar excelentes avances en la investigación hecha en el CIAT.

- El XAN 112 ha demostrado niveles de resistencia estable múltiples localidades a la bacteriosis común. Nuevas fuentes de resistencia identificadas a partir de un híbrido interespecífico desarrollado en la Universidad de California, se muestran casi inmunes a la bacteriosis común en germoplasma adaptado al trópico.
- Incrementos significativos en niveles de resistencia a la mustia hilachosa fueron obtenidos en MUS, PAI y otras líneas. Por lo tanto ahora se puede cultivar frijol económicamente con una combinación

de prácticas agronómicas y variedades resistentes en áreas con mustia hilachosa donde antes no se podía cultivar frijol debido a la severidad de esta enfermedad.

- Se ha incorporado con éxito la resistencia al virus del mosaico dorado a otros tipos de frijol de semilla no-negra, sin embargo, se requerirán uno o más ciclos de cruzamiento antes de que se recupere plenamente el tipo de grano comercial. También, se han identificado nuevas fuentes de resistencia.
- En evaluaciones preliminares, las líneas del programa de cruzamiento que resultaron con un tamaño de semilla muy aumentado fueron resistentes al gorgojo indicando que la resistencia de los tipos de semilla pequeña puede ser recuperada en semillas más grandes.
- Hasta ahora la resistencia al virus del mosaico común únicamente ha enfatizado el gene I. Ahora esta resistencia ha sido incorporado en líneas experimentales. En un proyecto colaborativo IVT (Holanda)-INIA (Chile)-CIAT^a se desarrollaron nuevas líneas con una combinación de resistencia dominante y recesiva y los tres fitomejoradores del programa comenzaron proyectos para desarrollar combinaciones de resistencia dominante y recesiva en algunos de sus principales tipos de grano. Adicionalmente, por primera vez fueron recobrados tipos de grano rojo moteado con el gene I.
- La evaluación extensiva de resistencia a antracnosis y a mancha angular de la hoja a veces arrojó resultados desilusionantes; las fuentes algunas veces sucumbieron a razas locales del patógeno, en México o Brasil, pero otras mantuvieron su amplia resistencia. Actualmente, solamente se utilizan fuentes de resistencia relevantes.

Las actividades de recombinación de caracteres progresaron en 1983. A través del esfuerzo por descentralizar el fitomejoramiento en América Central, todas las líneas se evalúan antes del VEF en América Central y el VEF de tipo de grano para América Central se compone después de una selección local. Paralelo al esquema de evaluación VEF-EP-IBYAN, se está operando un esquema local modificado según el país con el nombre de Vivero Nacional de Rendimiento (VINAR), que es el equivalente del EP y de Vivero Centro Americano de Rendimiento (VICAR), que es equivalente al IBYAN.

^a El apéndice I explica los acrónimos usados en este reporte anual para instituciones colaborativas.

Durante 1983, el Programa de Fríjol tuvo mucha actividad en cuanto a capacitación y programación de conferencias.

- Se llevaron acabo dos seminarios para fitomejoradores. En el seminario para el Caribe y América Central, fueron identificadas líneas promisorias para Haití y Jamaica, por primera vez. Además se seleccionaron en la República Dominicana tipos de grano no-negro sobresalientes. También, se disponía de líneas de grano negro sobresalientes. En el segundo seminario para fitomejoradores de Sur América fué notable el trabajo agresivo y creativo sobre la promoción del consumo de fríjol en Bolívia; además se tomaron pasos adicionales para fortalecer la colaboración entre el CNPAF y el CIAT.
- Durante 1983 se llevaron a cabo ocho cursos con la participación del CIAT; uno en el CIAT con 20 participantes y un curso en cada uno de los siguientes países: Cuba (con 31 participantes), Brasil (26), Costa Rica (28), República Dominicana (29), Honduras (29) y dos en Colombia con 46 participantes.
- Se efectuaron tres seminarios adicionales, uno de ellos organizado con la colaboración de ICARDA, sobre el potencial de fríjol de grano seco en el Oeste de Asia y Africa del Norte. En esta conferencia los participantes solicitaron un programa de investigación en colaboración con el CIAT y fué formalizada una solicitud de proyecto para radicar a un científico (del CIAT) en fríjol en el programa de leguminosas de ICARDA. Una segunda conferencia fué llevada a cabo en el CIAT para organizar un proyecto conjunto de investigación entre el CIAT y Africa Oriental (particularmente Uganda y Kenya con la colaboración de CRSP). Este proyecto fué presentado a CDA para financiación. Se organizó un tercer seminario para orientación de los esfuerzos del CIAT en investigación a nivel de finca. Vinieron expertos de muchas partes del mundo, incluyendo los Centros IIA hermanos, que participaron e hicieron recomendaciones basadas en sus experiencias y las necesidades específicas del CIAT. La formación de la red del Programa de Fríjol para investigación a nivel de finca se beneficiará de estas recomendaciones.
- El Programa de Fríjol participó en otros dos seminarios. Uno se llevó a cabo en América Central para discutir los avances en el control de Apion y de mustia hilachosa. En Perú, el seminario organizado por el INIPA discutió los avances y planes para el futuro en la investigación en fríjol con respecto a la orientación de este proyecto especial hacia el mejoramiento genético.

En 1983, hubo pocos cambios de personal. Se contrató un fisiólogo como Científico Visitante para llenar esta vacante y se adicionó otro fitomejorador al personal del CIAT para el proyecto del Gran Lago en Africa.

EL PROGRAMA

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

El principal productor es el pequeño agricultor con capital mínimo y acceso limitado tanto a crédito como a información de extensión agrícola. El rendimiento de fríjol es bajo y tiene una tendencia descendente en muchos países. Los factores principales que inciden en el bajo rendimiento son : gran presión sobre la planta por enfermedades e insectos; sequía; baja densidad de siembra (para evitar la presión de enfermedades), y el rechazo de los agricultores a usar fertilizantes (debido al riesgo) en suelos pobres.

Por lo tanto el equipo de fríjol concluyó que el fitomejoramiento debe tener prioridad para lograr un fríjol de mayor rendimiento, mediante el desarrollo de variedades resistentes a plagas y enfermedades múltiples y con mayor tolerancia a la sequía. Los objetivos a largo plazo incluyen la tolerancia a suelos moderadamente ácidos y a mejorar la habilidad genética para la fijación simbiótica de nitrógeno. En resumen, la estrategia indica que la clave para incrementar la producción de fríjol es una variedad mejorada a la cual se le aplique una agronomía mejorada. El equipo de fríjol desarrolla una tecnología a escala neutral posiblemente con una tendencia a favor del pequeño agricultor.

Las nuevas variedades de fríjol no sólo deben tener rendimientos más altos a nivel de finca sino también un tamaño de semilla y un color de semilla apropiado, y deben ajustarse a los sistemas de producción de los agricultores que frecuentemente incluyen maíz en asociación directa o como relevo. A menudo estos requisitos excluyen frecuentemente el uso de los genotipos más resistentes a enfermedades y de más alto rendimiento.

Como el Programa de Fríjol debe hacer fitomejoramiento para muchos sistemas de cultivos y zonas ecológicas, es obvio que se necesita un programa descentralizado de fitomejoramiento el cuál sólo se logrará a través de un esfuerzo de capacitación concentrado, considerando que los programas nacionales deben jugar un papel importante en el mejoramiento de variedades. Por lo tanto, la capacitación profesional es la segunda actividad más importante después del mejoramiento varietal.

El Programa de Fríjol cuenta con tres fitomejoradores cuyas responsabilidades están divididas por región de producción, lo que incluye automáticamente una división por color y tamaño de semilla, complejos de enfermedades prioritarias, y frecuentemente por sistema de cultivo. Por consiguiente, mientras que el programa busca un marco complejo de requisitos, sin embargo cada fitomejorador sólo se concentra en unos cuantos. Las tres regiones y los tres programas de fitomejoramiento son : Fitomejoramiento I - América Central, el Caribe, las costas de las Américas y el Sur de Brasil; Fitomejoramiento II- el altiplano de México, el norte y noreste de Brasil y Argentina y Fitomejoramiento III- la zona Andina y Africa.

La variabilidad genética para características específicas no se expresa generalmente a niveles suficientemente elevados para resolver impedimentos a la producción. Por lo tanto, cada fitomejorador no solo desarrolla variedades sino que además colabora con las disciplinas específicas en el desarrollo de niveles máximos de expresión de caracteres mejorados ej., resistencia al virus del mosaico dorado, tolerancia a sequía, resistencia a la bacteriosis común, tolerancia al saltahoja, Empoasca kraemeri, resistencia a la mancha foliar por Ascochita, capacidad de fijar nitrógeno, alto potencial de rendimiento, características arquitectónicas de la planta, etc. Las líneas con expresiones de alto nivel para características específicas, las usan luego todos los fitomejoradores para obtener recombinaciones de factores múltiples en sus actividades de mejoramiento del cultivo.

Una vez que una línea recién desarrollada en el programa de mejoramiento es evaluada como superior y uniforme en la expresión de su carácter tipo de planta, grano, madurez, y resistencia al virus del mosaico común, la línea entra al primer Vivero de Evaluación Uniforme - el VEF. En este vivero, se evalúan aproximadamente 1.000 entradas en cuanto a resistencia a enfermedades e insectos y adaptación al medio ambiente de Palmira y Popayán. Las entradas sobresalientes pueden pasar nuevamente a los bloques de cruzamiento como progenitores, pasar a los viveros de programas nacionales, y/o pasar a la segunda etapa de evaluación del Ensayo Preliminar de Rendimiento, EP, el cual incluye normalmente unas 300 entradas. En este vivero se confirma la resistencia a enfermedades y se llevan a cabo otras evaluaciones incluyendo la de rendimiento (bajo altas y bajas condiciones de insumos en Palmira y Popayán), capacidad de fijación de N, y evaluación de calidad de semilla. Las evaluaciones específicas para ciertas características se hacen fuera de Colombia. Aquella parte del vivero EP con tipos de grano de interés específico para un programa nacional en particular, será suministrada cuando dicho programa lo solicite.

Aproximadamente 60 de las mejores líneas del EP pasan al Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol (IBYAN) para ser evaluadas a nivel mundial. Para cada vivero sucesivo, se produce la semilla en lotes especiales bajo condiciones controladas para asegurar que la semilla esté libre de enfermedades. El 1 de enero de cada año se cambian las entradas en cada uno de los viveros. Se espera que los programas nacionales incluyan sus mejores líneas híbridas en este proceso de evaluación abierto fomentando así la transferencia horizontal de germoplasma.

Sin embargo, los EP e IBYAN no son los únicos viveros enviados al exterior. Viveros con resistencia a enfermedades o a insectos se envían al exterior para identificar complejos de razas de patógenos en las áreas de interés además de donantes de resistencia amplia. Se mandan bloques de cruzamientos a zonas de producción en el área de interés para seleccionar la adaptación específica de material progenitor. Del mismo modo, existen viveros internacionales para fijación de nitrógeno (para selección de cepas de Rhizobium además de líneas de frijol) y para determinadas enfermedades e insectos que no ocurren en Colombia. Frecuentemente el programa está desarrollando poblaciones segregantes y

progenies de generación temprana para los fitomejoradores en programas interesados.

De la filosofía y práctica anterior se saca en claro que el Programa de Frijol enfatiza fuertemente el mejoramiento varietal y considera que las prácticas mejoradas de agronomía, se investigan mejor a nivel de los programas nacionales y deberían ser implementadas cuando una nueva variedad esté disponible. En el desarrollo de este concepto son fundamentales el agrónomo de sistemas de cultivos (investigación a nivel de finca) y el economista, quienes aseguran que los fitomejoradores estén familiarizados con los sistemas a los cuáles se tienen que ajustar las nuevas variedades. Además, enseñan metodologías de investigación a nivel de finca de tal manera que los programas nacionales desarrollen una agronomía alrededor de las nuevas variedades en regiones específicas.

Después del mejoramiento genético, el programa le ha dado una alta prioridad a la capacitación. El objetivo final es llegar a la autosuficiencia en investigación a nivel nacional. Además, la diversidad de sistemas de cultivos, los impedimentos a la producción y los requisitos del consumidor hacen imposible que el CIAT atienda todos los intereses y problemas. Los resultados de la capacitación se están haciendo visibles y demuestran una evolución en la estrategia de capacitación del programa. Por ejemplo, anteriormente el EP fué un vivero exclusivamente del CIAT hoy en día es un vivero internacional. La selección descentralizada a partir de la generación F_2 en adelante, se está volviendo cada vez más importante. Los cursos de capacitación organizados por el CIAT se están reemplazando por cursos en el país. Se está desarrollando una red de investigación a nivel de finca a través de un esfuerzo de capacitación intensiva. El equipo espera que por medio de capacitación de posgrado, liderazgo y experiencia los programas nacionales se desarrollaran a tal nivel que la red llegará a ser un programa de investigación colaborativa mutuamente dependiente. Tradicionalmente, esta red se ha limitado a América Latina, sin embargo con el establecimiento del primer científico de frijol en Africa en 1983, la expansión de la red a este continente se ha convertido en un objetivo importante.

ESTUDIOS AGRO-ECOLOGICOS DE FRIJOL EN LAS ZONAS DE PRODUCCION

Después de los trabajos iniciales de encuesta elaborados por el CIAT en 1979, 80 y 81, se han continuado los esfuerzos para producir una base de datos agro-ecológicos definitivos en frijol.

Miembros del equipo de frijol han producido un borrador del formato de datos para la recolección de información sobre sistemas de cultivos por microregiones con el cual el equipo ya está en una posición de probar su potencial de adquisición de datos utilizando el mapa preliminar de microregiones en América Central.

Una contribución importante a la delimitación de la microregión se hizo en un estudio de Costa Rica (Scholz, 1983). Una técnica de correlación por superposición de datos fue usado para reunir datos de las zonas de producción del país. Los datos provenientes de áreas sembradas se anotaron a una escala de 1:500.000 y fueron superpuestos para una cantidad de cultivos diferentes con el fin de determinar áreas de mezclas uniformes de cultivos. Algunos de los resultados del estudio se presentan en el Cuadro 1. El frijol no es el cultivo principal en las zonas identificadas de producción pero su importancia en cada región puede ser determinada fácilmente de la columna pertinente en el Cuadro 1.

Esta técnica asume que la mezcla de cultivos de un área puede ser usada como una aproximación a los efectos integrados de consideraciones edafoclimáticas y socio-económicas que determinan el patrón de producción. La técnica es una alternativa a la de determinar zonas uniformes edafoclimáticas de cultivo directamente de los datos climáticos y de suelos. Es factible solamente donde existen datos de censo buenos y detallados y en ese caso el método puede servir como adición útil al método físico.

Con el creciente interés por el programa de Frijol en el Este de Africa, la unidad de estudios agro-ecológicos extenderá su trabajo para cubrir esta área. Actualmente la acumulación de datos está apenas en las etapas iniciales, pero la cobertura por mapa de la región, se está aumentando con el fin de servir a futuros estudios como lo es, la base de datos meteorológicos del CIAT. Se ha adicionado un disco grande a la base de datos y la contraparte africana de SAMMDATA será incluida en un futuro próximo.

Cuadro 1. Las zonas agro-ecológicas de producción de Costa Rica.

Zona de producción de la microregión y su localización	Área (km ²)	Elevación (% de área total)				Cultivos anuales (áreas cosechadas en km ²)					Total de cultivos anuales
		0.500m	500-1,000m	1,000-1,500m	over 1,500m	Arroz	Frijol	Maiz	Yuca	Sorgo	
Con arroz de base											
Guanacaste	1569	100	-	-	-	207	10	37	-	8	262
Guanac./Puntarenas	119	100	-	-	-	18	2	3	-	2	25
Puntarenas Occ.	406	100	-	-	-	17	1	11	1	8	38
Puntarenas Occ.	213	100	-	-	-	17	1	5	-	3	26
Puntarenas Oriental	688	100	-	-	-	111	12	23	-	34	180
	2995					370	26	79	1	55	531
Con café de base											
Alajuela	619	-	10	70	20	-	5	11	-	-	16
S.J./Heredia/Cart.	1331	-	10	60	30	-	16	35	-	-	51
S. Jose Oriental	494	-	50	40	10	-	16	27	-	-	43
Puntarenas Oriental	212	-	60	40	-	2	8	12	-	-	22
Cartago	79	-	-	-	100	-	2	1	-	-	3
Alajuela	475	-	70	20	10	-	6	5	-	-	11
Cartago	588	5	60	30	5	-	2	6	-	-	8
	3798					2	55	97	-	-	199
Ganado-Cultivos mezclados por año											
Guanac./Puntarenas	1850	95	5	-	-	21	50	75	1	5	152
Guanacaste	181	100	-	-	-	3	3	3	-	-	9
Gua./Pun./Ala./S.J.	1444	100	-	-	-	25	12	19	3	4	63
" " "	625	-	70	30	-	-	10	14	-	-	24
Puntarenas/S.Jose	750	100	-	-	-	29	4	7	-	4	44
" " "	481	-	50	30	20	-	16	22	-	-	38
Puntarenas Oriental	375	90	10	-	-	4	5	12	1	-	22
S.Jose/Puntarenas	1569	60	40	-	-	45	45	70	-	-	160
Alajuela N.O.	338	100	-	-	-	19	21	11	-	-	51
Alajuela Norte	244	100	-	-	-	7	2	9	-	-	18
Alajuela/Heredia	1281	90	10	-	-	23	8	26	7	1	65
Limon	631	90	10	-	-	1	-	20	1	-	22
Subtotal	9769					177	176	288	13	14	668
Total zonas de Producción	24478					649	267	511	22	38	1534
Areas sin sembrar	26105					6	-	8			14
Total de Costa Rica	50584					655	267	519	22	38	1548
excluyendo Isla del Coco	50584					655	267	519	22	38	1548

a. Datos de las zonas de producción en la microregión y su localización referentes a áreas no productoras de frijol se han omitido.

FUENTE : Modificado de "Identificación y Análisis de Zonas de Agro-producción por medio del Método de Correlación por Superposición de datos: El Caso de Costa Rica", Scholz, CIAT, en prensa.

(continúa)

(Cuadro 1. Continuación)

Promedio de precipitación mensual													Suelos (distribución km ²)				
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	Vertisoles	Ultisoles	Molisoles	Entisoles	Inceptisoles
10	5	10	20	240	320	190	180	370	390	110	40	1,885	374	-	63	-	1132
10	15	30	60	290	320	280	330	400	450	120	30	2,335	69	-	-	-	50
70	30	50	150	360	430	440	420	440	650	370	160	3,570	-	125	193	69	19
10	10	15	60	260	360	270	280	350	470	170	50	2,305	-	-	-	19	194
110	90	140	260	470	490	520	540	540	770	490	220	4,640	-	88	475	50	75
													443	213	731	138	1,470
15	10	10	20	260	300	250	270	380	360	120	50	2,045	-	56	-	138	425
30	30	30	70	260	290	210	230	180	330	330	70	2,060	6	-	-	-	1325
40	20	30	110	370	360	290	360	420	530	270	100	2,900	-	194	-	-	300
80	60	90	170	450	390	340	380	400	630	400	160	3,550	-	-	-	-	212
100	60	50	70	270	310	280	220	320	350	230	200	2,460	-	-	-	-	79
10	10	15	50	270	290	200	210	310	350	140	40	1,895	88	-	-	-	387
140	100	90	110	230	270	290	230	230	270	260	260	2,480	-	331	-	-	257
													94	581	-	138	2,985
10	10	15	40	300	320	270	240	390	470	90	25	2,180	125	-	19	63	1643
30	10	20	30	170	370	180	240	340	310	150	90	1,940	12	-	-	-	169
10	10	10	50	250	350	190	230	360	440	120	20	2,040	38	-	50	94	1224
70	30	40	100	240	300	220	240	310	310	160	150	2,170	13	-	-	181	431
70	30	50	150	360	430	440	420	440	650	370	160	3,570	-	406	94	56	194
40	30	40	80	250	330	240	310	390	450	220	60	2,440	-	-	-	-	481
110	90	140	260	470	490	520	540	540	770	490	220	4,640	-	200	44	81	50
50	40	50	170	380	380	330	410	420	510	310	90	3,140	-	1,144	-	-	420
180	70	60	50	190	300	320	320	330	300	280	210	2,610	-	-	-	-	338
180	70	60	50	190	300	320	320	330	300	280	210	2,610	-	-	-	-	225
300	170	150	100	310	480	540	410	360	450	450	430	4,150	-	119	-	-	1162
280	190	170	210	380	400	440	300	240	350	450	510	3,920	-	268	-	-	363
													188	2,137	207	475	6,700
													870	3,594	1,213	1,446	1,7279
													-	6,150	563	2,194	1,6680
													870	9,744	1,776	3,640	3,3959

ACTIVIDADES DEL GERMOPLASMA DEL FRIJOL

Recolección, Multiplicación y Distribución de Germoplasma
Adquisición de germoplasma

Se continuó la adquisición de nuevo germoplasma por medio de los esfuerzos de colaboración con instituciones nacionales y con las misiones de recolección del IBPGR. Durante 1983, se introdujeron 784 nuevas accesiones de 13 países; el 86% de estas accesiones corresponde a Phaseolus vulgaris (Cuadro 2).

Estado e incremento del germoplasma de Phaseolus

Hasta la fecha, la Unidad de Recursos Genéticos ha recibido un total de 33,290 accesiones que abarcan las cuatro especies cultivadas, sus ancestros silvestres y las especies silvestres no cultivadas (Cuadro 3). Dado el hecho de que el proceso de introducción para incremento de semilla en el campo es bastante lento y laborioso (Informe Anual del Programa de Frijol, 1982) no todo el germoplasma ha sido multiplicado.

En la actualidad, el 50% del germoplasma de Phaseolus vulgaris se ha incrementado y está disponible para distribución. De las otras especies cultivadas también han aumentado en un 30%. Las especies silvestres no-cultivadas solamente se almacenan en cantidades pequeñas.

Caracterización

Actualmente, está en proceso el agrupamiento del germoplasma por tipo de semilla esencialmente tamaño y color y una comparación de fuente geográfica más extensa para cuantificar la variabilidad genética del germoplasma disponible de P. vulgaris.

Los resultados preliminares (Cuadro 4) demostraron que entre las 16.250 accesiones disponibles de frijol común, los tipos de semilla pequeña (menos de 25g/100 semillas) constituyen el más alto porcentaje del germoplasma (42%), mientras que las de tamaño grande (con más de 40 g/100 semillas) son la mitad de ese porcentaje (23%), y el tamaño medio representa el 35% del germoplasma. De los tipos de semilla grande, los predominantes son los de color crema (29%) y los blancos (19%). Los de color café-marrón y los negros comparten el mismo porcentaje (4%). Dentro de los de tamaño medio, los blancos, cremas, amarillos y los negros demuestran porcentajes muy similares en un margen de 17-20%; los rosados (4%) son los menos representativos de este grupo. En tipos de semilla pequeña, predominan los negros (42%), seguidos por los blancos (18%) y los rojos (16%); los otros colores están representados por porcentajes bastante bajos.

Cuadro 2. Número de nuevas accesiones de germoplasma adquiridos por la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT en 1983.

País	<u>Phaseolus vulgaris</u>	Otras especies de <u>Phaseolus</u>	Otros géneros
Argentina	3	-	3
Hungría	301	-	-
U. S. A.	-	1	-
Holanda	10	1	-
Bélgica	-	-	10
Perú	141	9	-
Islas de Guadalupe	56	-	-
Chile	15	-	-
España	33	-	-
Kenya	1	-	-
Malgache ^a	88	16	21
Zambia	-	50	-
Honduras	25	-	-
TOTAL	<u>673</u>	<u>77</u>	<u>34</u>

a. Expediciones de recolección del IBGR

Cuadro 3. Estado de la recolección de frijol Phaseolus hecha en la Unidad de Recursos Genéticos hasta Diciembre 1983.

Especies	Introducidas	Multiplcadas
<u>P. vulgaris</u>	29,552	16,250
<u>P. lunatus</u>	2,410	700
<u>P. coccineus</u>	1,083	220
<u>P. acutirolius</u>	166	166
Especies silvestres no cultivadas (10 especies)	84	30
Total <u>Phaseolus</u>	33,295	17,366
Otros géneros de leguminosas (<u>Vigna</u> , <u>Psophocarpus</u> , etc.)	452	452

Cuadro 4. Distribución de tipos de semilla según su color y tamaño de las accesiones de germoplasma disponibles del frijol común Phaseolus vulgaris.

Color	Pequeno (%)	Mediano (%)	Grande (%)
Blanco	18	18	19
Crema	9	20	29
Amarillo	5	19	15
Café-marrón	5	6	4
Rosado	2	4	5
Rojo	16	10	14
Morado	3	6	10
Negro	42	17	4
Total	100	100	100
Numero total de accesiones de <u>P. vulgaris</u>	6,825	5,688	3,737
% total	42	35	23

Cuando se compararon los tipos de semilla con las fuentes geográficas, se encontró que los tipos de semillas grandes fueron suministrados principalmente por Europa (28%), Sur América no-Andina (27%) y Norte América (22%). En cuanto a los tipos pequeños, América Central es la fuente principal con 38%, seguida por Norte América (30%). Las semillas de tamaño mediano tienen una distribución más amplia: América del Norte es la fuente principal (33%) y Centroamérica y Europa están ambas representadas con un 23%. Esta distribución por fuentes refleja la tendencia de preferencias de tipo de semilla, sin embargo se requiere un análisis más completo utilizando el origen verdadero de tal germoplasma.

Almacenamiento

La colección de Phaseolus almacenado a corto plazo (5-8° C) y disponible para distribución se ha aumentado a 17.366 accesiones, de las cuáles el 94% corresponde a P. vulgaris.

Con respecto al almacenamiento a largo plazo (-6 a -2° C) se hizo un estudio especial con las accesiones que habían sido almacenadas por más de dos años con el fin de determinar si la viabilidad de la semilla (ej. la germinación), sufrió algún cambio significativo. Estos materiales habían sido empacados en bolsas selladas de aluminio con un promedio de humedad en la semilla del 7%.

Los resultados mostraron una disminución insignificante, inferior al de 1%, en la germinación. Los colores claros (blanco y crema) presentaron una reducción mayor. Igualmente los tipos de semilla grande fueron más afectados que los de tamaño medio y pequeño. Sin embargo la germinación total se mantuvo por encima de 90% en todas las accesiones, llegandose a la conclusión de que las condiciones de almacenamiento son adecuadas para mantener la germinación original por lo menos durante dos años.

El contenido de humedad de la semilla estaba todavía entre el 5 y 8%. Nuevos procedimientos están en camino para aumentar el número de accesiones que serán colocadas en almacenamiento a largo plazo.

Servicio de distribución de semilla

Durante 1983, 2.696 accesiones fueron distribuídas a 28 países. El Programa de Frijol del CIAT solicitó igualmente 29.136 accesiones. El total de germoplasma entregado (Cuadro 5) suma 31.832 accesiones de las cuáles 96% corresponde a P. vulgaris y el resto a otras especies de Phaseolus y a unos pocos géneros de leguminosas (Vigna, Psophocarpus). Se está estableciendo un laboratorio de patología de semillas con el fin de evaluar la calidad de semilla de los materiales distribuídos por el CIAT. Este laboratorio estará funcionando en 1984.

Cuadro 5. Total de la distribución por destino, de semilla de frijol Phaseolus durante 1983.

Destino	No. de países	No. de accesiones
Internacional		
América del Norte	2	525
América Central	3	920
Sur America Andina	5	247
Sur América no-Andina	2	173
Europa	3	151
Africa	5	200
Asia-Oceanía	<u>8</u>	<u>480</u>
Subtotal	28	2,696
	<u>29,136</u>	
Programa de frijol de CIAT		Total 31,832

MEJORAMIENTO GENETICO

Las actividades de mejoramiento de germoplasma del Programa de Fríjol tienen como base la gran variabilidad que existe en la colección de germoplasma almacenada en el CIAT. En la evaluación del banco de germoplasma las características útiles se identifican de acuerdo a su potencial para resolver o reducir el efecto de los factores importantes que limitan la producción. Sin embargo, en muchas instancias el nivel de expresión de las características deseables en las accesiones del banco de germoplasma es insuficiente para resolver algunos impedimentos específicos de producción; ej. el nivel de resistencia al virus del mosaico dorado del fríjol (VMDF), la mancha foliar de *Ascochyta*, tolerancia a sequía, resistencia a insectos que atacan granos almacenados, capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, etc. Para el mejoramiento de variedades comerciales se requiere la combinación de varios de estos factores. Por lo tanto, las actividades de mejoramiento genético del Programa Fríjol se dividen en dos aspectos: (a) mejoramiento de caracteres - el desarrollo de la máxima expresión de un carácter en una diversidad de genotipos por acumulación de genes diferentes, mecanismos de resistencia, etc.; y (b) el despliegue de caracteres - la recombinación o uso de estos caracteres en cultivos comerciales según las necesidades de una región de producción en particular para la cual el material fue desarrollado.

El Cuadro 6 enumera las responsabilidades específicas de los tres fitomejoradores en estas dos actividades, los números de cruces hechos en 1983 y el número de líneas desarrolladas y codificadas.

Cuadro 6. Responsabilidades específicas de los tres fitomejoradores en el Programa de Fríjol del CIAT en cuanto a mejoramiento de caracteres y recombinaciones en líneas generadas en 1983.

Area de investigación	Programa responsable de mejoramiento	No. de cruces	No. de líneas codificadas
			VEF 84
<u>Mejoramiento de caracteres</u>			
Virus del mosaico común del fríjol	I	17	-
Virus del mosaico dorado del fríjol	I	29	59
Roya	I	5	-
Añublo bacteriano común	I	12	19
Añublo de halo		III	80
Mustia hilachosa	I	8	2
Antracnosis		II	55
Mancha foliar angular		II	30
Mancha foliar por Ascochyta		III	77
Mildeo		III	
Costra del fríjol		III	
Saltahojas <u>Empoasca</u>	I	0	21
Picudo de la vaina	I	4	-
Gorgojos		III	53
Mosca del fríjol		III	10
Conchuela del fríjol		II	7
Nematodos		III	11
Sequía		II	-
Baja temperatura		III	59
Bajo nivel de P		II	-
<u>Mejoramiento de caracteres</u>			
Madurez		II	-
Fijación de N ₂	I	254	12
Arquitectura		II	111
Habichuelas		III	112
<u>Recombinación de caracteres</u>			
Fríjoles negros	I	134	93
América Central	I	400	228
El Caribe	I	155	152
Las costas de México, Perú	I	163	90
Otros estudios	I	37	14
Brasil (no-negros)		II	70
Altiplano de México		II	162
Argentina y el Oeste de Asia		II	119
Zona Andina		III	427
Africa		III	226
TOTAL		2,817	728

A. Mejoramiento de Caracteres

Resistencia a Enfermedades Fungosas

El Programa de Frijol sigue haciendo énfasis en la evaluación de germoplasma de frijol para resistencia a los patógenos de frijol más importantes. Este año, se llevaron a cabo numerosas evaluaciones de campo en varios países en cooperación con los científicos de frijol de los programas nacionales, además de las evaluaciones rutinarias conducidas en Colombia. Estas evaluaciones incluyeron viveros de resistencia a enfermedades en líneas avanzadas además de poblaciones segregantes en Argentina, Brasil, Perú, México, y América Central. Esta actividad permitió la evaluación simultánea de resistencia a enfermedades, adaptación local y otras características agronómicas en el área de interés y facilitó la identificación de germoplasma superior con resistencia múltiple a enfermedades y con color de grano comercial. De la misma manera las evaluaciones en múltiples sitios permitieron la identificación de fuentes de progenitoras con amplia resistencia a patógenos que demuestran amplia variación patogénica, tales como de la antracnosis y de la roya.

Las enfermedades fungosas más prevalentes que se estudiaron fueron: antracnosis, roya, mancha foliar por *Ascochyta* y mustia hilachosa. Algunas de las enfermedades fungosas más importantes localmente, aunque menos diseminadas fueron: mancha foliar por *Ascochyta* en la zona Andina, mancha redonda de la hoja por *Chaetoseptoria welmanii* que causa considerables daños a cultivos susceptibles en las tierras altas de Jalisco, México y el mildew veloso causado por *Phytophthora phaseoli* que causa daños severos en algunos cultivos particularmente en Tepetitlán, México y en Zaragoza de Palmares, Costa Rica.

Adicionalmente, se llevó a cabo una investigación sobre mecanismos de resistencia a enfermedades, particularmente con los patógenos de antracnosis y roya.

Antracnosis

Algunas líneas de frijol con resistencia a la antracnosis en el campo y en el invernadero (en Colombia) para un número de aislamientos provenientes de varias áreas de América Latina, fueron susceptibles en evaluaciones de campo en los estados mejicanos de Jalisco, Zacatecas y Durango en 1982. Los resultados obtenidos en este año de evaluaciones adicionales de campo en cooperación con científicos mexicanos en frijol demuestran que la variación patogénica del agente causal de antracnosis, *Colletotrichum lindemuthianum* es bastante extensa. El Cuadro 7 muestra la reacción de 15 líneas de frijol (algunas de las cuales han sido utilizadas como diferenciales de razas de antracnosis) de 15 aislamientos de cuatro regiones de México. Dos líneas, PI 165426 y Aiguille Vert son susceptibles a todos los aislamientos mientras que dos más, Calima y PI 173022 son resistentes a todos. Ambas líneas son susceptibles en el campo y en el invernadero muchos aislamientos de Colombia. BAT 841 el cual es resistente en el campo en Colombia y en Brasil, y en el invernadero a la mayoría de aislamientos de estas áreas, es susceptible a un número de aislamientos de México.

Cuadro 7. Reacción de plántulas de líneas y variedades de frijol a aislamientos de Colletrotrichum lindemuthianum de diferentes áreas de México en la cual "S" es susceptible y "R" es resistente.

Cultivo	Número de aislamiento y origen															Número de aislamientos atacando
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	J ^a	J	J	J	J	J	J	J	J	Z	Z	Z	M	M	D	
PI 165426	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	15
Aguille Vert	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	15
Michelite	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	14
Sanilac	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	13
PI 165435	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	13
Black Turtle soup	S	S	S	S	S	S	R	S	R	R	R	S	S	S	S	11
BAT 841	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	R	R	R	R	9
BAT 93	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	R	R	R	R	9
BAT 44	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	R	R	R	R	9
TO	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	R	R	R	R	9
Coco a la Creme	R	R	S	R	S	R	S	R	R	S	S	S	S	R	S	8
PI 15041	R	R	S	S	R	R	S	S	S	S	S	R	R	S	R	8
Kaboon	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	1
Calima	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	0
PI 173022	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	0

a. Origen de aislamiento: J = Jalisco
 Z = Zacatecas
 M = Mexico
 D = Durango

Los 15 aislamientos evaluados (en Cuadro 7) pueden ser organizados en ocho grupos de patogenicidad demostrando la amplia variación en las poblaciones del patógeno de antracnosis que ataca el frijol en México. Los resultados obtenidos de trabajos similares elaborados por científicos mexicanos corrobora el alcance de la variación patogénica de C. lindemuthianum en este país.

De observaciones de campo, en las cuales centenares de entradas fueron evaluadas en México, Brasil, Argentina, Perú y Colombia, es evidente que la variación patogénica del hongo de antracnosis es amplia y difiere de un área a otra en América Latina. Por ejemplo, las líneas AB 136 y México 22 son resistentes en el invernadero a los aislamientos de Argentina, Brasil, Perú y Colombia pero son susceptibles a varios aislamientos de México. Calima es resistente en el invernadero a todos los aislamientos evaluados de México, Perú y Argentina y a la mayoría de aislamientos de Brasil pero es susceptible a la mayoría de los aislamientos de Colombia. La situación es similar para Perry Marrow y Michigan Dark Red Kidney las cuáles son susceptibles en el campo y en el invernadero a la mayoría de los aislamientos de Colombia pero son resistentes a la mayoría de los aislamientos de México, Argentina, Brasil y Perú. BAT 841 es resistente en el campo en Brasil y en el invernadero a la mayoría de aislamientos de Brasil, Argentina y todos los de Colombia pero es moderadamente susceptible en el campo y en el invernadero a la mayoría de los aislamientos de México.

Esta extensa variación patogénica inherente en la población del hongo de antracnosis como se ve en el Cuadro 8, dificulta el mejoramiento para resistencia estable o duradera y posiblemente para amplia resistencia a la antracnosis. Por lo tanto, el Programa de Frijol evalúa en secuencia, el germoplasma en varias localidades en el campo y en el invernadero con el fin de eliminar accesiones que son susceptibles en el área de impacto o resistentes solamente a un número limitado de aislamientos. El programa trata de identificar aquellas accesiones con amplia resistencia. De las evaluaciones en el campo en varios sitios en áreas de producción de frijol en México durante 1982 y 83, se identificó un número de accesiones, resistentes a la antracnosis (muchas con color comercial de grano), que también eran resistentes en el invernadero a aislamientos mexicanos. El Cuadro 9 muestra un número seleccionado de accesiones con una reacción de resistencia en el campo y en el invernadero en 1982, 83 o en ambos años y que además mostraron resistencia a grupos de aislamientos de antracnosis de los estados mexicanos de Jalisco, Zacatecas, Durango y México. El Cuadro 10 muestra el número de accesiones, líneas y variedades de frijol, muchas con color comercial de grano, que no fueron evaluadas en el campo pero demostraron resistencia amplia cuando fueron evaluadas en secuencia contra grupos de aislamientos de C. lindemuthianum en áreas de producción de frijol en México.

Muchas líneas de frijol en el Cuadro 10 que fueron resistentes a antracnosis en el altiplano de México, también fueron resistentes o intermedios en Brasil. El Cuadro 11 muestra algunas de estas líneas resistentes en México (Tepatitlán, Jalisco) y en Brasil (Irati, Paraná). En Paraná donde aproximadamente 700.000 ha de frijol se cultivan

anualmente, la antracnosis es la principal enfermedad en la región del Sur donde se cultiva el frijól negro. Varias de estas líneas resistentes han sido evaluadas en el invernadero contra aislamientos de Brasil y se reportaron como resistentes. Adicionalmente, algunas también demostraron una reacción de resistencia a mancha angular en el campo de Popayan, Colombia y en Anápolis, Brasil (Informe Anual del Programa de Frijol, 1982).

Dada la extensa variación patogénica del hongo de antracnosis en muchas áreas donde se cultivan frijoles, se ha dedicado gran esfuerzo a la identificación de nuevas o diferentes fuentes de resistencia.

La sección patología de frijól continuamente evalúa accesiones del banco de germoplasma en cuanto a su reacción a la antracnosis y la mancha angular, primero en el campo y luego, secuencialmente a un número de diferentes aislamientos en el invernadero.

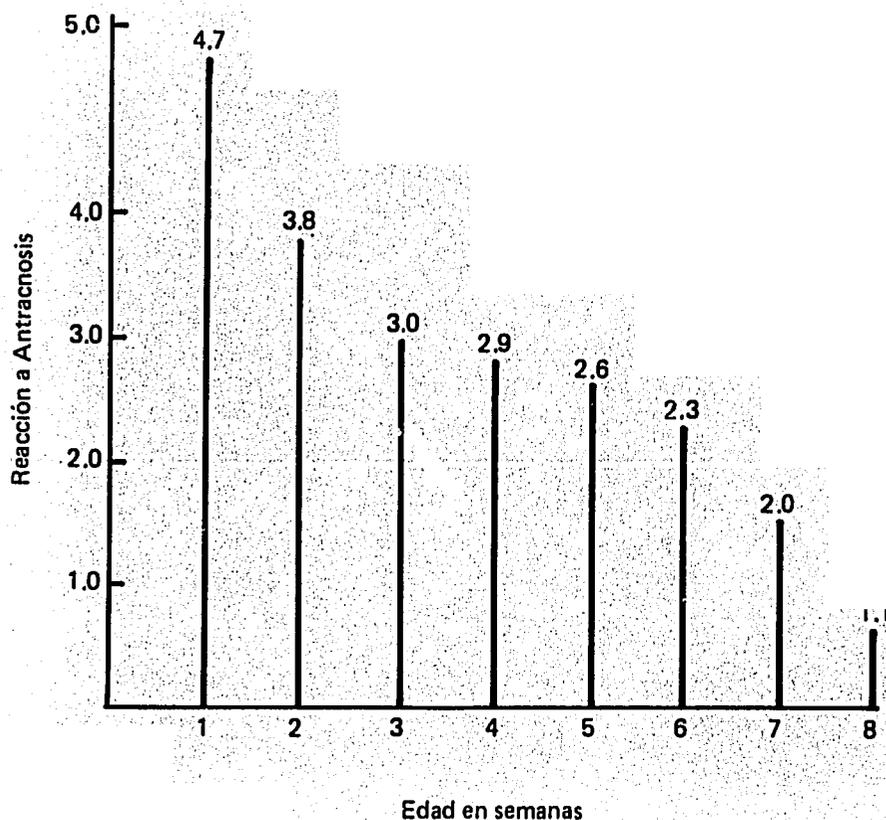
Los materiales más resistentes a antracnosis bajo condiciones de campo y de invernadero han sido agrupados en el Vivero Internacional de Antracnosis en Frijol (IBAT) la cual también contiene líneas diferenciales de antracnosis. Como se ve en el Cuadro 12, muchas de las líneas de frijól en el IBAT muestran una reacción resistente o intermedia a todos los aislamientos del hongo de antracnosis evaluados y son resistentes en el campo en Colombia. Algunas entradas fueron resistentes en otros países bajo condiciones de campo (Cuadro 12). Estas y otras fuentes de resistencia, a la antracnosis se usan en bloques de cruzamientos con el fin de combinar esta amplia resistencia a antracnosis con otras características deseables en cultivos comerciales.

De los estudios en el invernadero es evidente notar que algunas accesiones muestran una resistencia específica a una raza o resistencia amplia a todos los aislamientos evaluados. Algunas, tales como la A 262 y la A 329 del IBAT muestran la misma reacción en el campo. Otras accesiones pueden tener un mecanismo diferente de resistencia; BAT 527 tiene una reacción intermedia a antracnosis en el invernadero y en el campo en áreas donde se ha evaluado pero tiene buen rendimiento. Otras accesiones muestran otro mecanismo de resistencia como sucede con Ecuador 1056 (ICA Llanogrande) la cual es resistente a antracnosis en el campo en todas las áreas evaluadas, incluyendo Perú, Ecuador, Colombia, México y algunas áreas del Africa. Sin embargo, es susceptible a casi todos los aislamientos en el invernadero.

Ecuador 1056 y V 7919 son susceptibles a antracnosis en el invernadero en estado de plántula; sin embargo, a medida que las plantas crecen su reacción susceptible se disminuye y las plantas maduras son resistentes (Figura 1). Otras líneas inoculadas en diferentes etapas de crecimiento son resistentes en todas las etapas, mientras que otras son susceptibles en todas las etapas.

Mustia hilachosa

La mayoría del trabajo sobre esta enfermedad fué efectuado por los programas nacionales en América Central, particularmente en Costa Rica donde la mustia hilachosa es endémica. Se han logrado avances



considerables en los últimos años con respecto al control de esta enfermedad. Aunque ninguna línea es conocida como inmune, algunas líneas de frijol han sido identificadas como moderadamente resistentes bajo intensa presión de la enfermedad, y este nivel de resistencia a mustia hilachosa ha sido incorporado a varias líneas. Algunos de los recientes cruces para resistencia a mustia hilachosa mostraron más altos niveles de resistencia a esta enfermedad que sus padres cuando fueron evaluados en Esparza, Costa Rica en 1983.

El Cuadro 13 muestra las variedades y las líneas con los niveles más altos de tolerancia a mustia hilachosa en Costa Rica. La línea negra HT 7716-CB(118)-18-CM-M-M además de tener una excelente adaptación y características agronómicas deseables, demostró un nivel de resistencia a mustia hilachosa más alto que el padre resistente en una prueba replicada con tres diferentes niveles de severidad de la enfermedad en Esparza (Cuadro 14). Algunas de estas líneas en el cuadro 14 serán incluidas en el VINAR 84.

Cuadro 8. La reacción de genotipos seleccionados de fríjol a mezclas de aislamientos del patógeno de antracnosis, Collectotrichum lindemuthianum, en Colombia, México, Brasil, y la Argentina.

Cultivares	Colombia	México	Brasil	Argentina
A 374	R	R	R	R
Widusa	R	R	S	S
A 423	R	S	S	S
BAT 44	R	S	R	R
Michelite	S	S	S	S
A 464	S	S	R	R
Calima	S	R	R	R
A 368	S	R	R	R

Cuadro 9. Accesiones, líneas y variedades seleccionadas de frijol con una reacción resistente o intermedia a antracnosis bajo condiciones de campo y en el invernadero a aislamientos de México.

Cultivares	En el campo ^a		En el invernadero			
	1982	1983	D ^c	Z	M	J
A 83	R ^b	R	R	R	R	V
A 177	R	R	R	R	R	R
A 196	R	-	R	R	R	R
A 197	R	R	R	R	R	R
A 262	R	R	R	R	R	V
A 267	-	R	R	R	R	R
A 272	-	R	R	R	V	V
A 279	R	-	R	R	V	R
A 293	-	R	R	R	R	R
A 334	-	R	R	V	R	I
A 336	-	R	R	R	R	R
A 341	-	R	R	R	V	R
A 343	-	R	R	R	R	R
A 360	-	R	R	R	R	R
G 2575	R	-	R	R	R	R
G 11820	R	-	R	V	R	R
G 13811	R	-	R	R	R	R
G 13816	R	-	R	R	R	R
Flor de Abril	R	R	R	R	R	R

a. Reacción a antracnosis en Tepatitlán, Jalisco.

b. Reacción a antracnosis R= resistente, sin síntomas de antracnosis.

I= intermedia, síntomas poco severos.

V= variable, en el invernadero algunas plantas son resistentes y otras tienen una reacción intermedia.

c. Origen del aislamiento: D= Francisco Madero, Durango

Z= Calera, Zacatecas

M= Chapingo, México

J= Tepatitlán, Jalisco

Table 10. Accesiones, líneas y variedades seleccionadas de frijol con una reacción resistente en el invernadero cuando fueron evaluadas secuencialmente contra grupos de aislamientos de Colletotrichum lindemuthianum de las áreas de producción de frijol en los estados mexicanos de Durango, Zacatecas, México y Jalisco. (Estas accesiones no fueron evaluadas en el campo en México).

A 193	G 3445	G 8050	BAT 1583
A 252	G 3807	G 8160	BAT 1617
A 253	G 4121	G 11680	Calima
A 280	G 5150	G 13764	Double White
A 342	G 5173	G 13811	Flor de Abril
A 483	G 5971	XAN 43	ICA L 24
A 484	G 6071	XAN 122	Imuna
A 492	G 6436	BAT 1345	Michigan D.R.K
G 811	G 6474	BAT 1427	Princor
G 959	G 6499	BAT 1428	TU
G 3367	G 7148	BAT 1580	Widusa

Cuadro 11. Accesiones y líneas de frijol con una reacción resistente o intermedia a antracnosis en el campo en el estado de Jalisco en Tepatitlán, México y en el estado de Paraná en Irati, Brasil, 1983.

Cultivo	Sitio		Cultivo	Sitio	
	Brasil	México		Brasil	México
A 73	1.0 ^a	1.5	A 251	1.5	1.0
A 75	1.0	3.0	A 281	1.5	2.5
A 156	1.0	1.0	A 318	1.5	2.5
A 197	1.0	1.0	A 320	1.5	2.5
A 241	1.0	1.0	A 443	1.5	1.0
A 262	1.0	1.0	EMP 110	1.5	1.0
A 319	1.0	2.5	A 83	2.0	1.0
A 320	1.0	2.5	A 267	2.0	1.0
A 321	1.0	3.0	A 270	2.0	1.0
A 322	1.0	2.5	A 280	2.0	1.5
A 329	1.0	1.5	A 282	2.0	1.0
A 360	1.0	1.0	A 285	2.0	1.0
A 442	1.0	3.0	A 286	2.0	2.5
A 444	1.0	1.0	A 287	2.0	1.0
A 150	1.0	1.0	A 288	2.0	1.0
A 248	1.5	1.0	A 318	2.0	2.5
A 250	1.5	1.0	A 322	2.0	2.5

a. Reacción a antracnosis: 1-2 = resistente (inmune o síntomas poco severos); 2.5 - 3.0 = intermedia (síntomas poco severos).

Cuadro 12. Accesiones, líneas y variedades de Phaseolus vulgaris en IBAT con una reacción resistente o intermedia en el invernadero y en el campo a todos los aislamientos de Colletotrichum lindemuthianum de diferentes áreas de América Latina.

	En el invernadero									
	Popayan Colombia	La Selva, Colombia	Mezcla de México	Mezcla de Brasil	Mezcla de Guatemala	Mezcla de Argentina	Popayan, Colombia	Irati, Brasil	Tepatitlán México	
A 193	R	R	R	R	R	R	R			
A 252	R	R	R	R	R	R	R			
A 475	R	R	R	R	R	R	R			
A 483	R	R	R	R	R	R	R			
K 2	R	R	R	R	R	R	R			
Princor	R	R	R	R	R	R	R			
G 811	R	R	R	R	R	R	R			
G 984	R	R	R	R	R	R	R			
G 2333	R	E	R	R	R	R	R			
G 2338	R	R	R	R	R	R	R			
Evolutive	R	R	R	R	R	R	R			
A 253	R	I	R	R	R	R	R	R		
A 262 ^a	R	I	R	R	R	R	R	R		R
A 263	R	I	R	R	R	R	R	R		
A 264	R	I	R	R	R	R	R	R		
A 265	R	R	R	I	R	R	R	R		
A 318 ^a	R	I	R	R	R	R	R	R		
A 329 ^a	R	I	R	R	R	R	R	R		I
A 484	R	R	I	R	R	R	R	R		R
G 5653 ^a	R	I	R	R	R	R	R	R		
Kaboon	R	R	I	R	R	R	R	R		
Imuna	R	R	I	R	R	R	R	R		
A 463	I	R	I	R	R	R	R	R		

a. También resistentes bajo condiciones de campo en México.

Cuadro 13. Rendimiento en gramos/m² de ocho de las variedades y líneas más tolerantes a la mustia hilachosa en Costa Rica. Datos del MAG, UCR, Costa Rica.

<u>Línea</u>	<u>Rendimiento</u>
HT 7716-CB(118)-18-CM-M-M	40.62 a*
HT 7719-CB(112)-15-CM-M-M	35.40 ab
Porrillo 70 ^a	28.78 abc
HT 1719-CB (112)-5-CM-M-M	27.00 abc
HT 7716-CB(118)17-CM-M-M	21.01 abc
Huasteco (D-145) ^b	18.94 bc
HT 7717-CB(94)-10-CM-M-M	18.79 bc
FB 06466-CM(19B)-1-CM(7B)-M-M	16.72 bc
HT 7719-CB(131)-4-CM-M-M	13.30 c
HT 7694-CB(179)-2-CM-M-M	12.88 c
ICA-PIJAO	0.00

a. Testigo tolerante

b. Testigo susceptible

* Los números seguidos por la misma letras no son significativamente diferentes a nivel de 0.05 de la prueba de Duncan.

Cuadro 14. Evaluación de variedades y líneas tolerantes bajo diferentes tratamientos de control de mustia hilachosa causando diferentes niveles de presión por la enfermedad en Esparza, Costa Rica. Datos de MAG, UCR, Costa Rica.

<u>Tratamiento</u>	<u>Variedad</u>	<u>Rendimiento</u> (g/lote)
Con cobertura ^a	HT 7716	104
Con cobertura	Negro Huasteco 81	90
Benlate ^b	HT 7716	71
Benlate	Negro Huasteco 81	69
Con cobertura	Porrillo 70	69
Benlate	Porrillo Sintético	63
Benlate	Talamanca	57
Con cobertura	Porrillo Sintético	48
Benlate	Porrillo 70	46
Con cobertura	Talamanca	43
Testigo	HT 7716	22
Testigo	Negro Huasteco 81	19
Testigo	Talamanca	17
Testigo	Porrillo Sintético	17
Testigo	Porrillo 70	11
Benlate	ICA Pijao	6
Con cobertura	ICA Pijao	6
Testigo ^c	ICA Pijao	0

a. Cobertura : cáscara de arroz

b. Benlate : tres aplicaciones a los 20, 30 y 40 días después de la siembra.

c. Testigo : Control manual de malezas

Cuadro 15. Tolerancia de entradas en el vivero internacional de mustia hilachosa a la enfermedad durante dos semestres en Esparza, Costa Rica. 1983.

<u>Entradas</u>	<u>Reacción^a</u>
Porrillo 70	6.0
S 630 B	5.8
Turrialba 1	6.8
XAN 112	6.5
Porrillo Sintético	6.5
PI 313754 (G-02617)	6.0
Talamanca ^b	6.0
Huetar	6.0
Negro Huasteco 81	5.5
BAT 1225	6.5
BAT 450	5.5
HT 7716-CB (118)-18- CM	4.3
HT 7717-CB (94)-10-CM	5.6
HT 7719-CB (112)-5-CM	4.6
L-81-50	5.5
ICA-Pijao	7.0
Rojo de Seda	8.0
Calima	9.0

a. Escala : 1-2-3 severidad 0-10% = resistente.

4-5-6 severidad 11-25% = tolerante

7-8-9 severidad 26-100% = susceptible

b. Testigo tolerante

Cuadro 16. Control integrado de mustia hilachosa utilizando la variedad moderadamente tolerante ICA Pijao. Datos de MAG, UCR, Costa Rica.

<u>Tratamiento</u>	<u>Variedad</u>	<u>Rendimiento</u> (g/lote)
Round-up + Benlate	Porrillo 70	353
Gramoxone + Benlate	Porrillo 70	339
Gramoxone + Post ^a + Benlate	Porrillo 70	259
Round-up + Post	Porrillo 70	240
Round-up + Post + Benlate	Porrillo 70	239
Testigo	Porrillo 70	175
Round-up	Porrillo 70	174
Round-up + Post + Benlate	ICA Pijao	151
Gramoxone + Post	Porrillo 70	139
Gramoxone + Post + Benlate	ICA Pijao	125
Gramoxone	Porrillo 70	113
Round-up + Benlate	ICA Pijao	111
Gramoxone + Benlate	ICA Pijao	109
Round-up + Post	ICA Pijao	71
Gramoxone	ICA Pijao	58
Round-up	ICA Pijao	49
Testigo	ICA Pijao	36
Gramoxone + Post	ICA Pijao	30

a. Post = Basagran + Fusilade

La mayoría de los estudios de resistencia a mustia hilachosa se llevan a cabo en el campo utilizando una escala logarítmica de severidad de nueve grados en el cual 1 indica que es altamente resistente y el 9 es severamente afectado. Como la enfermedad no está frecuentemente distribuída de una manera pareja en el campo, el grado de reacción a la enfermedad asignado para una línea dada siempre se compara con el del testigo resistente más cercano, distribuído a través del campo. Al utilizar este procedimiento, líneas como HT 7716 mostraron tener niveles consistentemente más altos de resistencia que Porrillo 70, una variedad ampliamente conocida por ser la de mayor resistencia a la mustia hilachosa.

El EP 83, VEF 83 y los Viveros de Adaptación de Frijol Rojo y Negro fueron evaluados en Costa Rica para resistencia a mustia hilachosa. De igual manera, 15 conjuntos del Vivero Internacional de Mustia Hilachosa (VIM) con los mejores materiales resistentes, fueron evaluados en Costa Rica, México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Panamá y Colombia. De la evaluación de VIM llevada a cabo en Esparza, Costa Rica, las siguientes líneas (Cuadro 15) obtuvieron igual o mejor nivel de resistencia que el control resistente Talamanca: Negro Huasteco 81, Porrillo 70, BAT 450, XAN 112, BAT 1279 y MUS 6.

También fueron evaluadas varias poblaciones segregantes en Costa Rica y se hizo selección de plantas individuales. Durante 1984, estas selecciones serán sembradas y se evaluará la eficacia de este procedimiento.

Varias líneas identificadas como resistentes en Restrepo, Colombia (donde el tipo de inóculo de basidiospora es abundante y generalmente más importante que el inóculo de micelio y escleroso que predomina en Costa Rica) también fueron resistentes en Esparza, Costa Rica.

Considerando que bajo severa presión de mustia hilachosa, las líneas sólo tienen niveles intermedios de resistencia, se han evaluado otras estrategias de manejo de la enfermedad. Estas incluyen el uso de una cobertura de malezas previamente eliminadas con paraquat la cual sirve de barrera al inóculo de esclerocios que salpica a las plantas. Esta práctica adecuada para agricultores tanto grandes como pequeños fué desarrollada en Costa Rica y Panamá y se está evaluando en América Central. En un estudio (Cuadro 16) las malezas fueron eliminadas utilizando paraquat antes de sembrar. Una mezcla de herbicidas pos-emergentes de Prowl y Fusilade se utilizó dos semanas después de la siembra además de tres aplicaciones del fungicida benlate a los 20,30 y 40 días después de la emergencia a una tasa de 500 g/ha. Los resultados con la variedad, moderadamente resistente, Porrillo Sintético, son prometedores, abriendo la posibilidad de sembrar frijol en el trópico húmedo y caliente donde la mustia hilachosa es un importante factor limitante. Este método de control integrado será evaluado en pruebas a nivel de fincas en varios países donde la enfermedad prevalece.

Los resultados de estos estudios sobre el manejo de la enfermedad utilizando coberturas y fungicidas han mejorado significativamente el manejo de la mustia hilachosa en el vivero. La manipulación de la

presión de la enfermedad en el campo ha resultado en evaluaciones más rápidas y mejores.

Otra práctica agronómica que disminuye el nivel de inóculo de mustia hilachosa es la rotación con un cultivo de una no-leguminosa. Bajos niveles de presión de la enfermedad se han observado después de la rotación con maíz o en barbecho en áreas donde la enfermedad era prevalente en Costa Rica y Colombia. En estas áreas, la alta densidad de siembra generalmente tiende a altos niveles de presión de esta enfermedad.

Viveros de mustia hilachosa. Todas las líneas disponibles en el CNPAF que totalizaban 659 materiales fueron enviadas a UEPAE Porto Velho y otro juego de las mejores líneas en Capivara, Goiania fueron enviadas a la hacienda Itamaraty, ambas para evaluación de mustia.

Las mejores líneas con menores síntomas fueron CNF 137, A 83, A 254, A 266, A 367, A 373 y XAN 117. Estas líneas serán probadas en la siguiente estación con nuevas líneas de mustia de América Central en el Vivero Internacional de Mustia Hilachosa.

En la hacienda Itamaraty se sembraron 266 líneas; el experimento mostró un fuerte ataque de mustia y sólo unas pocas líneas sobrevivieron ej. BAT 1553, BAT 431, A 365, XAN 137, Pv 99 N y CF 40. Ninguna línea dió buenos resultados en ambas localidades (Ouro Preto D'Oeste e Itamaraty), indicando una falta de adaptación a este clima caliente y húmedo.

Ascochyta

Un bloque de cruzamientos de 23 fuentes de resistencia a Ascochyta fue distribuido y evaluado en regiones relevantes incluyendo las tierras altas de Guatemala, Colombia, Ecuador, Perú, Rwanda y Tanzania. Solamente una de las entradas en este vivero, CUATE 1076-CM, de Guatemala (Phaseolus coccineus subespecie polyanthus) fue muy resistente. Los híbridos interespecíficos con esta accesión son relativamente fáciles de hacer y se han seleccionado progenies resistentes. Dentro de P. vulgaris, la accesión más resistente encontrada es GUATE 1213-CM también de Guatemala. También se ha encontrado resistencia en la accesión G 6040. De las líneas avanzadas apropiadas para la región Andina, VRA 81022 es la más resistente.

Aunque todavía no están disponibles altos niveles de resistencia, el nivel actual es suficiente para muchas áreas de producción. Cuando se evaluaron aproximadamente 1.500 materiales del VEF 83 en Popayán donde Ascochyta es endémica, ninguno tuvo una reacción resistente, y la mayoría fueron susceptibles, pero algunos demostraron una reacción intermedia. Las entradas con una reacción intermedia serán evaluadas más adelante.

La mancha foliar por Ascochyta es una enfermedad importante bajo condiciones de alta humedad y baja temperatura y parece que la enfermedad ha llegado a ser muy importante en la región andina. En una prueba con cultivares seleccionados de frijol intercalado con maíz en

Popayán, las pérdidas en rendimiento de ICA Llanogrande (un testigo susceptible) llegaron al 74% comparado con ninguna pérdida en GUATE 1213-CM (Cuadro 17). El tipo trepador de GUATE 1213-CM favoreció el escape a la enfermedad ya que Ascochyta tiende a ser más severa cerca al suelo. La resistencia disponible, sin embargo, no es debido sólo a la arquitectura de la planta ya que las diferencias se mantuvieron en resistencia en una prueba comparando plantas sin apoyo con las cultivadas en espaldera. Las pérdidas en rendimiento fueron mayores en líneas susceptibles en los lotes sin espaldera. En una comparación del cultivo solo y el cultivo mezclado con maíz no se observaron diferencias significativas en la severidad de la enfermedad excepto en las líneas altamente susceptibles las cuáles sufrieron más cuando fueron sembradas con el otro cultivo.

Se hizo un total de 77 cruces para resistencia a Ascochita en 1983 de los cuáles 59 de ellos combinaron fuentes conocidas en busca de segregación transgresiva. La selección se llevó a cabo en el campo en Popayán y en ICA- La Selva.

Cuadro 17. Rendimientos de cultivares seleccionados de frijol que fueron protegidos químicamente y naturalmente infectados con Ascochyta en Popayán cuando fueron sembrados con maíz.

Cultivares	Rendimiento promedio (kg/ha)		
	Protegido	Infectado naturalmente	Diferencia en rendimiento (%)
ICA Llanogrande (susceptible)	727 c*	190 d	-74
GUATE 1213-CM (resistente)	839 bc	873 a	+4
G 6040	1018 ab	595 bc	-42
V 8010	825 bc	569 bc	-31
V 8017	608 c	409 c	-33
BAT 527	797 bc	540 bc	-32

* Los números seguidos por la misma letra(s) en la columna no son significativamente diferentes a ($P=0.05$).

Roya

Uno de los principales objetivos al trabajar con la roya del frijol es la identificación de mecanismos de resistencia estables con respecto al tiempo y distribución geográfica. La mayoría de los cultivares de frijol evaluados internacionalmente por medio del Vivero Internacional de la Roya de Frijol (IBRN) son resistentes en algunos sitios pero susceptibles en otros, lo cual fuertemente sugiere una resistencia específica a razas del patógeno. Similarmente, algunos cultivares evaluados como resistentes en una localización son severamente atacados por roya en una siembra posterior en el mismo sitio.

De la evaluación del IBRN 81-82 en más de 10 sitios en siete países, se identificaron accesiones y líneas mejoradas por el CIAT con una reacción resistente o intermedia a roya en varios sitios (Cuadro 18). La reacción del control susceptible Pinto 650 y Cuba 168 (una línea resistente en algunos sitios y susceptible en otros) se ha incluido a manera de comparación. No se incluyeron en el Cuadro 18 las otras entradas que tenían una reacción resistente o intermedia en todos los sitios pero que fueron susceptibles en uno. Los que fueron susceptibles en Guatemala son: BAT 66, BAT 261, BAT 308, BAT 332, BAT 482, BAT 867, BAT 1057, BAT 1061, BAT 1090, BAT 1127, DOR 62 y Cuilapa /2. Los susceptibles únicamente en Colombia: California Small White, Turrialba 1, Turrialba 4, Olathe Pinto, BAT 41 y BAT 176. Los susceptibles únicamente en Brasil: BAT 248, Ecuador 299, México 235, y V 3249. Susceptible solamente en U.S.A.: en Maryland, BAT 447 y en North Dakota, BAT 44 y A 74.

Se utilizó una metodología mejorada de inoculación de roya en el invernadero a nivel de plántula y se estudiaron mecanismos de resistencia a roya tales como: tamaño de pústulas, período de latencia y número de pústulas en líneas puras y especialmente en poblaciones de F_2 .

Se hicieron cruces en 1983 entre la línea BAT 308 caracterizada por una reacción a roya del tipo pequeño de pústula sin el halo clorótico, y Ex Rico 23 caracterizada por un tipo de pústula muy grande rodeada por un halo clorótico. En el lado adaxial de la hoja de BAT 308, el tamaño de la pústula variaba de 150 a 325 micrones y aproximadamente 60% de las pústulas estaban entre los 190 y los 250 micrones. Para Ex Rico 23, en el mismo lado, las pústulas variaban entre los 350 y los 586 micrones. BAT 308 ha sido evaluado extensivamente internacionalmente. Como una entrada en el IBRN 79-80, fue evaluada en 22 sitios en 10 países como resistente o intermedia en todas las localizaciones con una excepción. En el IBRN 81-82, BAT 308 fue evaluada como resistente o intermedia en nueve sitios en seis países, pero tuvo una reacción moderadamente susceptible en Guatemala.

En trabajos anteriores (Programa de Frijol, Informe Anual, 1982) se reportó que bajo condiciones de campo en Palmira, Ex Rico 23 y BAT 308 tuvieron bajas de producción de 74.2% y 18.4%, respectivamente, cuando fueron severamente atacadas por roya. Al determinar el período latente de estas dos líneas, Bat 308 tuvo un promedio de 10.6 días y Ex Rico 23, uno de 8.24 días demostrando que un período largo de latencia fue

asociado con el tipo pequeño de pústulas. Para la población de F_2 el tamaño promedio de pústula era de 315 micrones y el período de latencia de 9.76 días.

La correlación entre tamaño de pústulas y el período de latencia fué de 0.59 en las poblaciones de la F_2 . Estos datos preliminares sugieren que estas características pueden ser manifestaciones del mismo mecanismo de resistencia a la enfermedad y que al seleccionar para una característica como tamaño pequeño de lesión se selecciona automáticamente para un período más largo de latencia y un número reducido de lesiones. Se están adelantando estudios para elucidar en más detalle la naturaleza de estos mecanismos de resistencia a roya.

Mancha foliar angular

Durante 1983, un gran número de accesiones de frijol fueron evaluadas bajo condiciones de campo en viveros donde la presión de la mancha angular era apreciable y a veces muy severa en los testigos susceptibles. En Popayán, Colombia, se evaluó durante dos semestres el vivero VEF 83 que consistía de 1.425 entradas.

Muchas de las líneas del VEF con una reacción resistente o intermedia a la enfermedad serán adicionalmente evaluadas en otras localizaciones con el fin de identificar e incrementar el número de posibles fuentes de resistencia a la mancha angular.

También se evaluaron en masa aproximadamente 400 F_4 y F_5 para su reacción a antracnosis y mancha angular en Popayán. Inicialmente, se evaluaron, selecciones individuales de plantas como progenies durante el primer semestre, luego se cosecharon en masa y se evaluaron otra vez para su reacción a la mancha angular de la hoja en el segundo semestre de 1983.

Adicionalmente, se evaluaron 345 entradas, la mayoría de líneas mejoradas del CIAT pero que también incluyeron variedades de varios programas nacionales. Muchas de estas líneas habían sido evaluadas previamente en Colombia y en Brasil (Cuadro 19) y son las candidatas más apropiadas para el Vivero Internacional de Mancha Angular de Frijol (BALSIT), un vivero que incluye las mejores fuentes de resistencia a mancha angular de la hoja hasta ahora identificadas. Este vivero será sembrado en áreas claves donde la mancha angular es una enfermedad importante.

De igual manera, aproximadamente 1.500 accesiones incluyendo líneas del Programa Nacional del Brasil, de sus instituciones estatales y líneas mejoradas del CIAT fueron evaluadas en Capivara, Goiania, la sede del Centro Nacional de Investigación en Arroz y Frijol (CNPAF). De estas evaluaciones conducidas en Capivara, es aparente que una accession de frijol que es resistente a la mancha angular en Popayán no lo es necesariamente resistente en Brasil (Cuadro 19). Similar el año pasado, la línea BAT 332 tuvo una reacción inmune en los viveros en Popayán, pero fué altamente susceptible en Capivara. Otras líneas con una reacción similar son BAT 160, A 352, y A 354. Por otra parte, algunas líneas tales como A 230, A 320 y A 346 tuvieron una reacción resistente

a la mancha angular de la hoja en Capivara pero fueron susceptibles en Popayán. A pesar de la variación patogénica aparente que existe de un área a otra, varias líneas tuvieron muy buenos niveles de resistencia a la mancha angular tanto en Brasil como en Colombia.

Resistencia a Enfermedades Bacterianas

Añublo bacteriano común (CBB)

En la búsqueda de nuevas o diferentes fuentes de resistencia al añublo bacteriano común, se evalúan rutinariamente dos veces al año aproximadamente 1.500 accesiones del banco de germoplasma de fríjol. Durante la primera evaluación de 1983, 23 accesiones fueron identificadas con una reacción intermedia o resistente en Palmira (Cuadro 20). Sin embargo, tuvieron una adaptación muy pobre.

Con el mismo objetivo de identificar líneas únicas o diferentes con resistencia al añublo bacteriano común se evaluaron en el campo y en el invernadero un número de líneas de cruces interespecíficos entre Phaseolus vulgaris y P. acutifolius hechos por la Universidad de California en Riverside. El Cuadro 21 muestra la escala promedio de dos accesiones y su adaptación reproductiva en términos de evaluación de producción de vainas. Los resultados son prometedores ya que líneas tales como XAN 159 y XAN 160 tienen niveles mucho más altos de resistencia al añublo bacteriano común que los mejores controles de resistencia tales como XAN 112.

Se están utilizando cruces triples para combinar fuentes únicas de resistencia en líneas bien-adaptadas con colores comerciales de grano. Ha sido particularmente difícil combinar líneas con grano pequeño de color rojo brillante, rojo moteado o de color negro opaco, con resistencia al añublo bacteriano común.

Algunas de las líneas de fríjol del CIAT que tienen resistencia al añublo bacteriano común han sido evaluadas extensivamente en el campo en muchas localidades y en el invernadero usando varios aislamientos del CBB. Entre ellas, XAN 112 (de grano negro) ha demostrado buenos niveles de resistencia en varias localidades no sólo en Colombia sino en México, Costa Rica, Guatemala y en los Estados Unidos. Esta línea es de maduración precoz y se adapta bien en varias localidades en América Central. Además, tiene buenos niveles de resistencia a mustia hilachosa. Otras líneas resistentes incluyen: XAN 87, XAN 93, XAN 107, XAN 116, XAN 104, XAN 80, y XAN 131. Líneas tales como ICA L 24 de hábito I con hojas gruesas, generalmente demuestran buenos niveles de resistencia a añublo bacteriano común bajo condiciones de campo. Sin embargo, bajo alta presión de la enfermedad, las vainas a veces muestran síntomas severos de la enfermedad. Aparentemente, el follaje tiene algún tipo de resistencia a la penetración ya que cuando las hojas de ésta y otras líneas similares se inoculan por medio de heridas, la reacción a la enfermedad se aumenta considerablemente. Se están adelantando trabajos para estudiar este tipo de reacción y estudiar una posible interacción entre genotipo y raza entre el P. vulgaris y el Xanthomonas campestris pv. phaseoli (X. phaseoli), el patógeno del añublo bacteriano común.

Añublo de halo

Basado en los resultados de evaluaciones en Colombia y otros países se preparó como bloque de cruzamiento, un juego de 17 líneas resistentes a aislados prevalentes de añublo de halo y se distribuyó internacionalmente a programas nacionales interesados en su uso como fuente de resistencia. El vivero fué enviado a Colombia, Ecuador, Perú, Rwanda, Tanzania, Zambia y Mauricio.

Cuadro 18. Líneas seleccionadas de frijol del IBRN 81-82 con una reacción resistente o intermedia a roya en varias localizaciones.

Línea de frijol	A ^a	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Redlands Green Leaf B	2 ^b	2	1	2	2	2	3	2	1	2	2
Redlands Green Leaf C	2	1	1	2	3	3	3	2	1	2	3
Redlands Pioneer	2	2	1	2	2	3	3	2	1	2	3
BAT 48-1C	3	2	1	3	2	3	3	2	1	2	2
BAT 73-1C	3	2	1	3	2	3	2	2	1	2	1
BAT 76	3	2	1	2	2	3	2	2	1	2	2
BAT 93-1C	3	1	1	3	2	2	3	2	3	2	2
BAT 260-2C	3	2	1	3	2	2	3	2	3	2	2
BAT 336-1C	3	1	1	3	2	3	3	2	3	2	1
BAT 337-1C-1C	3	1	1	3	2	3	3	3	1	2	1
BAT 338-1C	3	1	1	3	1	3	2	2	1	2	1
BAT 448-1C	3	2	1	3	2	3	2	2	1	2	1
BAT 520-1C	3	2	1	3	2	2	3	2	1	1	2
BAT 923-1C-1C	2	-	1	3	2	2	3	2	1	2	1
BAT 1210	3	1	1	3	1	3	1	2	1	2	1
BAT 1211	3	2	1	3	2	3	2	2	1	2	2
XAN 41	3	2	1	3	2	3	2	2	1	2	2
A 62	2	1	1	2	2	2	3	2	3	2	1
A 63	3	3	1	1	2	2	2	2	1	2	1
A 155	2	3	1	2	2	2	3	2	3	2	2
A 161	3	3	1	3	2	2	3	3	3	3	2
A 167	3	2	1	1	2	3	3	2	1	2	3
ICA L-24	3	2	1	3	2	2	3	2	3	2	3
G 1089-1C-1C	2	2	1	3	2	2	3	2	1	2	1
G 4829	2	2	1	3	2	2	3	2	1	2	1
Cuva 168 N	2	2	1	2	2	4	3	4	3	5	3
Pinto 650 (Testigo susceptible)	4	5	5	5	2	5	5	4	4	1	3

a. Localización : A. Beltsville, Md. USA; B. Saginaw, Mich. USA; C. Fargo, N. D. USA; D. Goiania, Brasil; E. Taichun, Taiwan; F. Chimaltenango, Guatemala; G. Delmas, Sud Africa; H. Palmira, Colombia (Sept. 1981); I. Tepatitlan, Mexico; J. Palmira Colombia (April, 1981).

b. Reacción a Roya: 1 = inmune, 2 = resistente, 3 = intermedio, 4 = susceptible, 5 = muy susceptible.

Cuadro 19. Reacción de líneas de frijol seleccionadas al patógeno de mancha angular de la hoja (Isariopsis griseola) bajo condiciones de campo en Colombia y en Brasil.

Entrada	Popayán Colombia	Capivara,Goiania Brasil	Entrada	Popayán Colombia	Capivara,Goiania Brasil
A 51	2.0 ^a	2.0	BAT 1432	1.5	1.5
A 54	3.0	2.0	BAT 1554	1.5	1.5
A 63	2.5	1.5	BAT 1647	2.0	1.5
A 75	1.5	1.5	Jalo EEP 558	1.0	1.5
A 152	2.0	1.0	Araona	3.0	3.5
A 156	2.0	1.5	Icta Quetzal	3.5	2.0
A 210	2.0	2.0	Icta Jutiapan	3.5	2.5
A 211	2.0	2.0	A 227	4.0	2.5
A 222	1.5	3.0	A 230	4.0	2.0
A 235	2.0	1.5	A 320	4.0	2.5
A 300	1.5	2.0	A 346	4.0	2.0
A 302	2.5	1.5	A 443	4.0	2.5
A 338	1.5	1.5	A 337	2.5	4.0
A 340	2.5	1.5	A 352	2.0	4.5
A 348	1.5	2.5	A 354	2.0	4.0
BAT67	1.5	1.5	BAT 160	2.0	4.0
BAT76	1.5	1.5	BAT 332	1.0	4.5

a. Escala de severidad de la enfermedad de 1 a 5 en la cual: 1 es "inmune" y 5 es "severamente atacada".

Table 20. Accesiones de frijol del banco de germoplasma del CIAT identificadas con una reacción intermedia o resistente a añublo bacteria no común en Palmira en 1983.

Accesión de frijol	Escala de severidad de la enfermedad	Accesión de frijol	Escala de severidad de la enfermedad
G 14494	2.0 ^a	G 02102	3.0
G 10300	2.5	G 02138	3.0
G 10301	2.5	G 02167	3.0
G 13595	2.5	G 11711	3.0
G 13921	2.5	G 12109	3.0
G 03590	3.0	G 12528	3.0
G 04712	3.0	G 13922	3.0
G 06533	3.0	G 00730	3.0
G 10135	3.0	G 01700	3.0
G 10227	3.0	G 01702	3.0
G 02067	3.0	G 01924	3.0
G 02100	3.0		

a. Escala de severidad de la enfermedad de 1 a 5 en la cual : 1 = "inmune" y 5 = "altamente susceptible".

Cuadro 21. Evaluación del añublo bacteriano común de algunos cruces interespecíficos de Phaseolus vulgaris y P. acutifolius comparados con algunas líneas comunes de frijol evaluados en el invernadero y en el campo en Palmira.

Entradas	CBB ^a		Adaptación reproductiva (producción de vainas)
	No. de evaluaciones	Severidad promedio	
XAN 159 (Interspecifico)	5 ^a	1.1	4.0
XAN 160 (Interspecifico)	5	1.2	4.5
XAN 112	3	2.3	3.0
BAT 93	3	4.0	2.0
New York 67 (Cornell)	3	1.8	5.0
Mita 235-1-1-M (Puerto Rico)	3	2.8	5.0
Great Northern Jules	4	2.7	4.0
Porrillo Sintético (Testigo)	4	4	1.5

a. La escala de severidad de CBB fué 1 = inmune; 5 = severamente atacada; y la escala de adaptación reproductiva fué 1 = bien adaptada y 5 = no-adaptada.

Se hicieron 86 cruces para desarrollar resistencia mejorada e incorporar resistencia en tipos de grano con características agronómicas deseables (Cuadro 6). Estos 48 cruces involucraron dos o más fuentes diferentes de resistencia con el fin de buscar combinaciones nuevas y mejoradas de genes resistentes, y 38 cruces involucraron cultivares o fuentes de resistencia a otras enfermedades, particularmente la antracnosis.

En Colombia, el añublo de halo es importante sólo en las tierras altas de Nariño. Red Mexican UI-3 es susceptible, lo cual indica la presencia de la raza 2. Se han llevado a cabo evaluaciones en el campo en colaboración con el ICA, en Obonuco, Colombia. Los testigos susceptibles fueron E 1034 (voluble) y Diacol Andino (arbustivo) y los testigos para resistencia intermedia fueron: ICA Llanogrande (voluble) y L 33411 (arbustivo). BAT 590 y BAT 1220 tienen altos niveles de resistencia. Las líneas recientemente identificadas como resistentes incluyen: G 6070, G 1097/, G 12753, BAT 740, BAT 1288, EMP 70 y V 7945. E 605 es una línea prometedora para la región con una reacción intermedia en el campo al añublo de halo.

En una prueba con 10 cultivares seleccionados para representar un rango de susceptibilidad a resistencia, la incidencia de enfermedades y su severidad en cultivares susceptibles fué mayor en monocultivo que en cuando fueron sembrados con maíz. La alta densidad de siembra también aumentó el nivel de la enfermedad. Al comparar evaluaciones de campo con las de invernadero, se encontraron algunas inconsistencias particularmente con respecto al cultivar ICA Llanogrande (E 1056) el cual muestra buena resistencia en el campo pero es susceptible en el invernadero. Este cultivar también es resistente en el campo a la antracnosis.

Resistencia a Enfermedades Virales

Virus del mosaico común de fríjol (BCMV)

El virus del mosaico común de fríjol sigue siendo el patógeno viral más importante en el programa de investigación. La existencia de cepas del BCMV capaces de inducir una necrosis sistémica (raíz negra) en genotipos resistentes al mosaico, constituye una amenaza en potencia para el germoplasma mejorado de fríjol. Otro problema ha sido la incorporación de resistencia en ciertos tipos de grano preferidos por el consumidor pero susceptibles al mosaico tales como el fríjol de color rojo y canario.

1. Selección por resistencia monogénica dominante

A pesar de la presencia de cepas del BCMV capaces de inducir necrosis en genotipos mejorados que poseen el gene I dominante hipersensible, este tipo de resistencia monogénica se ha mantenido durante décadas en sembríos comerciales de fríjol en la América Latina. Sin embargo que el Programa de Fríjol está tomando medidas para minimizar el peligro potencial de una epidemia de raíz negra, en el germoplasma mejorado adaptado al trópico de tierras bajas.

El Cuadro 22 muestra la fuente y número de materiales de fitomejoramiento seleccionados por las secciones del programa en cuanto a su reacción al BCMV, en 1983. Este año, la capacidad de selección fué del orden de 1.000 plantas o 100 líneas/día de trabajo, representando así un incremento de 38% sobre el año pasado.

Table 22. Evaluaciones de BCMV llevadas a cabo en 1983

Fuente	Número	Sección
Accesiones del banco de germoplasma	13,135	Virología
Progenies Segregantes	14,4/0 6,437 1,422	Fitomejoramiento I Fitomejoramiento II Fitomejoramiento III
VEF	1,546	Agronomía
programas nacionales	1,500	Fitomejoramiento I
Proyectos especiales	850 96 3,882	Microbiología Patología Otros
Total	43,338	

2. Selección por resistencia genética múltiple al BCMV

Ciertos genes recesivos tales como el bcl^2 , $bc2^2$ y bc^3 protegen los genotipos de gene I dominante contra el ataque de cepas del BCMV que inducen necrosis sistémica. Las plantas que poseen el gene I y uno o más de estos genes recesivos se comportan o como inmunes, o desarrollarían únicamente lesiones mínimas locales al ser inoculadas manualmente con una cepa que induce necrosis tal como la NL3

El primer proyecto de genes múltiples se comenzó en Chile, utilizando inicialmente las líneas IVT 7214 (bc^3) y 7233 (I $bcl^2 bc2^2$) como progenitores donantes, para proteger los cultivares chilenos susceptibles a la necrosis sistémica. Posteriormente, se usaron híbridos adaptados al trópico, obtenidos de cruces de IVT y líneas del CIAT. El Cuadro 23 muestra los cruces y generaciones avanzadas logradas entre cultivares chilenos y líneas IVT. Además de los resultados obtenidos, éste es un ejemplo de un proyecto cooperativo de manejo efectivo y exitoso de progenies tempranas por parte de un programa nacional. También, se seleccionan las líneas por su reacción en el campo a los virus del mosaico amarillo y común del fríjol y, subsecuentemente se envía al CIAT una muestra de las selecciones cosechadas, con el fin de seleccionar por resistencia múltiple al BCMV y efectuar retrocruzamientos e intracruzamientos.

El Programa de Fríjol también ha seleccionado otros genotipos donantes prometedores con características agronómicas superiores a las de las líneas IVT, tales como Red Mexican 35, Great Northern 31 y una introducción llamada Don Timoteo que será incluida en los proyectos actuales de cruzamiento.

Sin embargo, la selección por resistencia de genes múltiples al BCMV requiere una metodología diferente. Cada cruce incluye por lo menos un progenitor resistente al mosaico con el gene I dominante y un progenitor con los genes recesivos bcl^2 , $bc2^2$ o bc^3 . La prueba de progenies se lleva a cabo mediante inoculación de una mezcla de las cepas NL3 y NL4 del BCMV, con el fin de eliminar las plantas afectadas por el mosaico o la necrosis sistémica. Las plantas que muestran lesiones locales en las hojas inoculadas o que se comportan como inmunes (libres del virus) se seleccionan para multiplicar la semilla y realizar evaluaciones adicionales hasta que se identifiquen líneas homocigotas.

3. Evaluación de las especies de Phaseolus disponibles en el banco de germoplasma por su reacción al BCMV

Un proyecto de evaluación para mosaico común se realizó este año con las accesiones de dos de las especies de Phaseolus que pasaron los requerimientos oficiales de cuarentena. Un total de 13.135 accesiones de P. vulgaris y 194 de P. acutifolius fueron inoculadas mecánicamente y evaluadas por su reacción a mosaico o necrosis sistémica. Los resultados mostraron que 80.8% de todas las accesiones evaluadas son susceptibles al BCMV; 14.2% exhiben resistencia dominante del tipo hipersensible; y el 5% son segregantes en su reacción al BCMV. Sorpresivamente, todas las accesiones evaluadas de P. acutifolius fueron

susceptibles al BCMV. Estos datos se han incluido en los descriptores del germoplasma.

Cuadro 23. Líneas experimentales seleccionadas por su resistencia múltiple al BCMV, provenientes de cruces de líneas IVT y cultivares chilenos.

Cruce	Generación	Tipo de grano		No. de líneas
Apolo x IVT 7214	F ₅	Blanco	mediano	3
IVT 7233 x C. Blanco	F ₅	Morado		7
T. Diana x IVT 7214	F ₅	Blanco	mediano	3
IVT 7233 x T. Diana	F ₅	Blanco	mediano	2
IVT 7233 x H. Dorados	F ₅	Blanco	mediano	1
T. Diana x IVT 7214	F ₅	Tortola		2
N. Argel x IVT 7214	F ₅	Arroz		7
IVT 7214 x Arroz-3	F ₅	Arroz		1
N. Argel x IVT 7214	F ₅	Negro		7

4. Selección de líneas de grano rojo con problemas de ligamiento genético por su resistencia al BCMV

En la incorporación de resistencia en los genotipos mejorados por el CIAT no se pudieron lograr avances rápidos inicialmente con ciertos tipos de grano rojo y rojo moteado, susceptibles al mosaico, de importancia comercial en la región Andina, América Central, y el Caribe.

Los estudios llevados a cabo en el CIAT demostraron la existencia de ligamiento genético entre estos tipos de grano y la susceptibilidad al BCMV. Se purificaron genéticamente líneas isogénicas de segregantes de generaciones avanzadas en la línea BAT 1255, para obtener las versiones de rojo moteado ii (susceptible al BCMV) y morado moteado (resistente) de BAT 1255. Las plantas de la F_1 producidas del cruce de estos dos padres, eran resistentes y produjeron semilla F_2 morada moteada. Luego, la población F_2 (Ii) se sembró en condiciones de campo para garantizar una alta producción de semillas. Las familias de la F_3 fueron clasificadas por color de grano y 15 plantas/familia fueron inoculadas en condiciones de invernadero con la cepa necrótica NL3. Los resultados se encuentran en el Cuadro 24. Todas las 94 familias F_3 rojo moteadas eran 100% ii susceptibles. De las familias moradas moteadas F_3 , 167 segregaron plantas resistentes y susceptibles, y en cada caso las plantas susceptibles F_3 produjeron semilla roja moteada F_4 . Noventa y dos familias fueron uniformemente resistentes y produjeron solamente semilla morada moteada. La completa ausencia de clases recombinantes (rojo moteado resistente o morado moteado susceptible) sugiere un enlace genético muy estrecho. Se están llevando a cabo estudios similares para los tipos de grano canario.

Como consecuencia, se llevó a cabo una evaluación continua y un proceso de selección de plantas que incluía varias líneas de grano rojo y rojo moteado, segregantes por su resistencia al BCMV. Por ejemplo, la Figura 2 muestra la secuencia seguida en la selección y evaluación de una línea de semilla roja (tipo México 80), resistente homocigota al BCMV, la cual será lanzada en América Central como Huetar-2.

Sin embargo, más importante fué la selección de cuatro líneas rojo moteado resistentes al BCMV del tipo de grano Calima (uno de los tipos de semilla más difíciles de mejorar con respecto a esta característica). También se identificó una línea de grano rojo moteado tipo Pompadour, como resistente homocigota al BCMV. El Cuadro 25 presenta las características de las líneas con resistencia dominante al BCMV, seleccionadas para entrar al VEF.

Considerables avances se han logrado también con Cargamanto, un tipo de grano comercial crema moteado, susceptible a mosaico común. La primera evaluación incluyó 29 selecciones individuales derivadas de tres cruces diferentes. De estos, solamente se escogieron cinco selecciones individuales obtenidas de un retrocruzamiento de Cargamanto con Cornell 49-242, una línea resistente a antracnosis y mosaico. Ya se ha repetido tres veces el proceso de selección individual y evaluación y, como resultado, se han escogido cuatro líneas con características de grano Cargamanto, resistentes al BCMV.

5. Transmisión por semilla y pérdidas en rendimiento inducidas por diferentes cepas del BCMV inoculadas en variedades de frijol genéticamente diversas en varias etapas de crecimiento

Cuadro 24. Frecuencias observadas y esperadas de segregación en la generación F₃ por color de grano y reacción al BCMV.

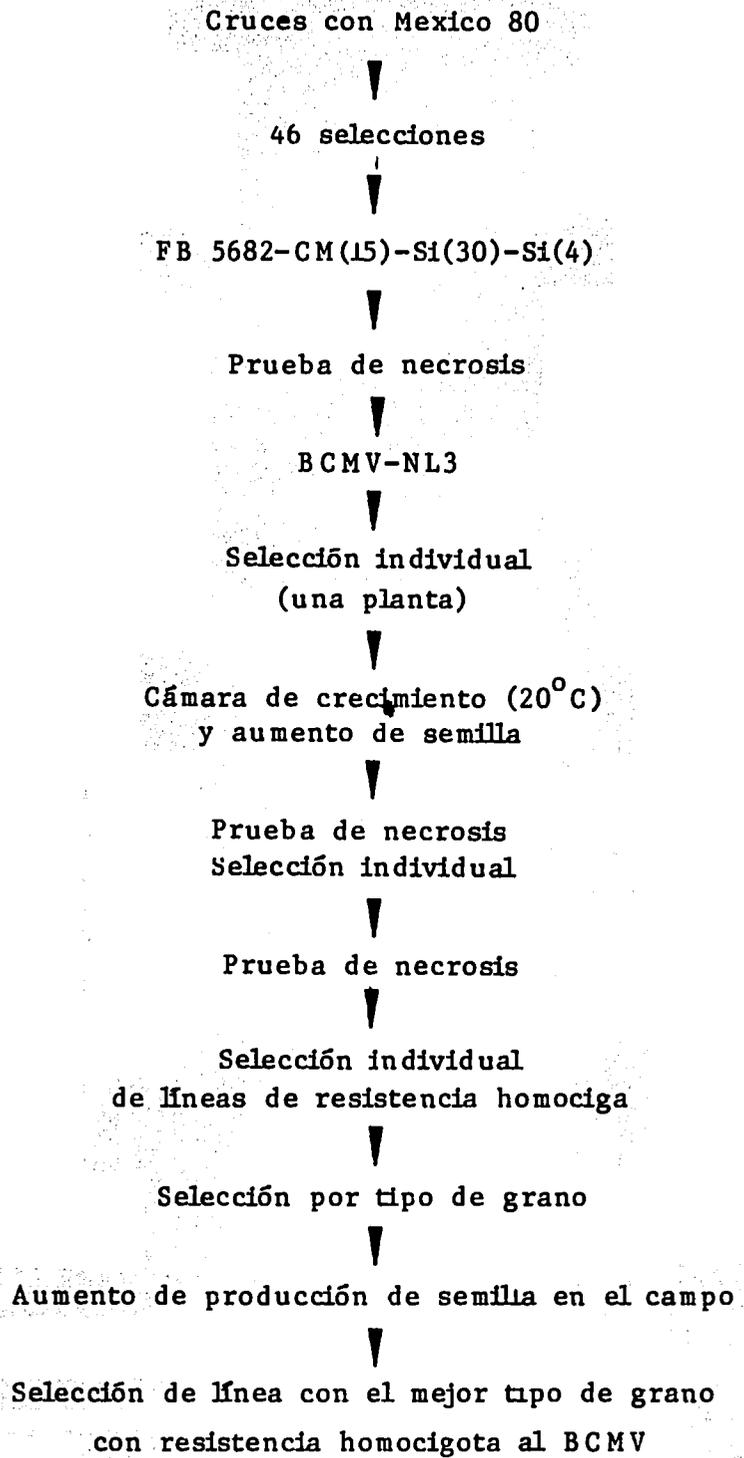
<u>Color</u>	<u>Susceptible</u>	<u>Segregante</u>	<u>Resistente</u>	<u>Total de familias</u>
Rojo moteado	94 (22) ^a	0 (44)	0 (22)	94
Morado moteado	0 (66)	167 (132)	92 (66)	259
<u>TOTAL</u>	94	167	92	353

a. Aparecen primero las frecuencias observadas seguidas por las frecuencias esperadas (en paréntesis).

Table 25. Líneas de grano rojo, con resistencia dominante al mosaico común (CMD) seleccionadas para su entrada en el VEF.

<u>Tipo de grano</u>	<u>Línea</u>	<u>Destino</u>
Rojo pequeño	MCD 201	América Central
Rojo pequeño	MCD 202	América Central
Rojo pequeño	MCD 203	América Central
Rojo mediano	MCD 221	América Central
Pompadour	MCD 231	Caribe
Sangretoro	MCD 241	Andes/otro
Calima	MCD 251	Colombia/Africa
Calima	MCD 252	Colombia/Africa
Calima	MCD 253	Colombia/Africa
Calima	MCD 254	Colombia/Africa
Calima	MCD 255	Colombia/Africa

Figura 2. Proceso de selección de una línea de grano rojo homocigote resistente al BCMV



La incidencia de transmisión por semilla del BCMV varía según el cultivar infectado y la etapa de desarrollo de la planta cuando es infectada. Las plantas infectadas después de su período de floración generalmente no transmiten el BCMV por medio de la semilla. Sin embargo la genética de la transmisión de BCMV por semilla no ha sido investigada.

En 1983, se llevó a cabo un proyecto para identificar variedades susceptibles al BCMV que aparentemente no transmiten el virus por medio de la semilla. En el proyecto, diferentes cepas del BCMV fueron inoculadas, en tres etapas diferentes de desarrollo de la planta, a un total de 14 cultivares los cuáles tenían resistencias recesivas diferenciales al BCMV.

6. Problemas genéticos asociados con la incorporación de resistencia dominante, recesiva y múltiple al BCMV en germoplasma de frijol

La incorporación de genes recesivos en cultivares del gene I dominante, buscando resistencia múltiple a cepas que inducen mosaico y necrosis, ha revelado una serie de reacciones genotípicas no comunes, posiblemente inducidas por la naturaleza diferente e interacción de los genes de resistencia involucrados. Para estudiar estos fenómenos se hicieron dos cruces, entre Red Mexican 35 (la cual posee los genes recesivos $bc1^2$, $bc2^2$) y dos variedades con el gene I, Royal Red (tipo red kidney) y Widusa (tipo navy).

Entre los resultados preliminares que se han obtenido hasta el momento, se destaca la frecuencia apreciable de plantas que exhibían lesiones locales características de la recombinación de genes recesivos y dominantes tales como el I y el $bc2^2$.

7. Detección serológica de cepas del BCMV en semilla infectada de frijol y tejidos de plantas

La detección serológica del BCMV en semilla infectada de frijol no se puede hacer por los métodos tradicionales de difusión debido a la ocurrencia de reacciones no-específicas. La prueba inmuno-enzimática conocida como ELISA, una técnica altamente sensitiva recomendada para este propósito, fué ensayada utilizando un antisuero preparado para la cepa Florida del BCMV. Esta técnica no sólo detectó el virus en extractos de semillas sino que también reaccionó específicamente con la cepa Florida. Estos resultados sugirieron un estudio similar para producir antisueros altamente específicos para las cepas más prevalentes que inducen necrosis.

Mientras tanto, un antisuero para la cepa necrótica más virulenta presente en América Latina, la NL3, ha sido utilizado en conjunto con la técnica conocida como Microscopia electrónica con Antisueros Específicos (SSEM) (gracias a la adquisición reciente de un microscopio electrónico). La prueba SSEM permitió detectar con éxito el NL3 en menos de 10 minutos. Esta técnica serodiagnóstica permitirá el diagnóstico de esta cepa en América Latina y África y, como

consecuencia, ayudará en la identificación de áreas de gran riesgo para la introducción de variedades con resistencia monogénica dominante.

Virus del mosaico sureño del frijol (BSMV)

El virus del mosaico sureño del frijol está ampliamente distribuido. Sin embargo, esta enfermedad viral generalmente pasa desapercibida en el campo. Unas de las dificultades encontradas en el CIAT, en cuanto al estudio de la epidemiología de este virus, ha sido la reacción asintomática o de síntomas débiles observadas en la mayoría de las variedades infectadas de frijol, y la falta de un antisuero específico. Sin embargo, este año se aisló el virus en suspensiones puras y se preparó un antisuero apropiado para adaptar la prueba ELISA a la detección del BSMV en plantas infectadas e insectos vectores los escarabajos virulíferos. Para esta investigación se escogió un campo de frijol en el CIAT con una población alta de crisomélidos. Fueron capturados un total de 66 crisomélidos de la especie Diabrotica balteata los cuales se procesaron individualmente para realizar la prueba ELISA. Simultáneamente, se recogieron 56 muestras de plantas al azar y fueron preparadas igualmente para ELISA. Los resultados de estas pruebas mostraron que 51.5% de los crisomélidos capturados eran vectores activos del BSMV y que 48.2% de las plantas estudiadas estaban infectadas por este virus. Estos resultados demuestran que el BSMV puede ser un patógeno infeccioso y subestimado en los sembrados de frijol.

Virus del mosaico dorado del frijol (BGMV)

El mosaico dorado del frijol no ocurre en Colombia. Los trabajos de investigación reportados aquí fueron llevados a cabo por el proyecto Centroamericano en Guatemala. Desde el lanzamiento de tres variedades de grano negro resistentes al BGMV en Guatemala se han buscado niveles más altos de resistencia al BGMV en granos negros, con énfasis en la recombinación de la resistencia existente de BGMV con otros factores tales como precocidad, resistencia a Apion, al CBB, a antracnosis, tolerancia a Empoasca, a bajo P y a sequía. Los cruces recombinando estos factores están en varias etapas de selección. Actualmente, se están evaluando líneas avanzadas las cuáles recombinan la resistencia al BGMV con la precocidad y resistencia a CBB. En el futuro, se colocará más énfasis en la tolerancia a sequía.

Para El Salvador, líneas bien adaptadas de grano rojo con buena resistencia al BGMV están ahora disponibles. Sin embargo, estas líneas tienen problemas de madurez tardía, grano pequeño, grano rojo con tonos café u oscuros e inestabilidad de los colores del grano. Solamente en los últimos dos años se ha reconocido la importancia de estos problemas y se ha tomado medidas para redirigir el programa de cruces según estas necesidades. Además, los avances en el mejoramiento del color rojo pronto nos llevarán a mejores colores en líneas resistentes a BGMV.

El progreso ha sido lento en cuanto a la incorporación de resistencia al BGMV en tipos de grano moteados para los países del Caribe, pero éste ha sido facilitado por la evaluación de progenitores y progenies en América Central. En mayo de 1981, un gran número de líneas

con granos moteados fueron evaluadas y se seleccionaron padres para cruces. En mayo de 1983, se seleccionaron las poblaciones de la F_2 y la prueba de progenies en la F_3 indicó que se había logrado altos niveles de resistencia. Estas familias representan ciertos avances pero todavía adolecen de las siguientes características: (1) el hábito de crecimiento de tipo I preferido en la República Dominicana; y (2) el tamaño y color preferido de grano. Hasta ahora no se sabe si serán adaptadas al área del Caribe. Las mejores líneas se cruzarán con tipos comerciales adaptados a las condiciones del Caribe.

Resistencia a Insectos

En 1983 se continuaron las evaluaciones por resistencia de la planta a Empoasca kraemeri, Apion godmani y brúchidos que infestan los granos.

El saltahojas, Empoasca kraemeri

El único índice conocido que se puede usar con confianza en la evaluación de resistencia al saltahojas, E. kraemeri, es el rendimiento bajo presión del saltahojas. Como se notó previamente, la escala de daños visuales no es lo suficientemente precisa para separar niveles parecidos de resistencia y no hay correlación en el porcentaje de pérdida de rendimiento entre diferentes cultivos. Por lo tanto, el fitomejoramiento para resistencia a E. kraemeri es básicamente fitomejoramiento para rendimiento utilizando el saltahojas como un factor clave en el ambiente. La selección se basa en evaluaciones por rendimiento en tempranas generaciones y se lleva a cabo en áreas para las cuales se están desarrollando líneas resistentes.

Las selecciones dentro de líneas EMP obtenidas en el CIAT han dado como resultado líneas con color mejorado, mejor tamaño de grano y rendimiento superior, por encima de las líneas EMP originales (Cuadro 26).

En 1983, fueron evaluadas otras 2.000 accesiones del banco de germoplasma por su resistencia a E. kraemeri. Hasta la presente no se han encontrado altos niveles de resistencia y parece dudoso que se descubran.

La primera evaluación de rendimiento en el CIAT, de materiales del sexto y séptimo ciclos de cruzamiento recurrente, reveló algunas líneas buenas de grano rojo y blanco (Cuadro 27). Se están enviando estos materiales a otros países para su evaluación.

1. Selección por resistencia a Empoasca en CNPAF, Brasil

La selección por resistencia a Empoasca en CNPAF, Brasil, se lleva a cabo en el campo bajo infestación natural. Los materiales se evalúan en tres etapas y las líneas superiores se utilizan como progenitores. En 1983, 700 líneas (de las cuáles, 352 se derivaron del CIAT, fueron evaluadas en la etapa 1. Un total de 102 fueron avanzadas a la etapa 2, las mejores de las cuáles están en el Cuadro 28.

El picudo de la vaina, Apion godmani

Los siguientes resultados fueron obtenidos por los científicos en trébol de América Central, trabajando en estrecha colaboración con el personal del CIAT a través del Proyecto Centroamericano, ya que el picudo de la vaina Apion godmani solo ocurre en América Central donde es una plaga importante en los campos agrícolas.

Cuadro 26. Rendimiento bajo condiciones protegidas y reducción de rendimiento bajo un ataque moderado de Empoasca kraemeri de 3 a 5 ninfas/hoja y un ataque fuerte de 4-8 ninfas/hoja en algunas líneas EMP y selecciones de ellas.

<u>Entrada</u>	<u>Tipo de grano</u>	<u>Rendimiento en condiciones protegidas.</u>		<u>Perdida de rendimiento con <u>E. kraemeri</u></u>	
		<u>(kg/ha)</u>	<u>(kg/ha)</u>	<u>(kg/ha)</u>	<u>(kg/ha)</u>
		<u>Moderado</u>	<u>Fuerte</u>	<u>Moderado</u>	<u>Fuerte</u>
EMP 86A	Pequeno crema	1518*	3192	-12	2101
EMP 86	Pequeno, crema "sucio"	1473	2768	548	1764
EMP 81A	Pequeño, crema	1768	3637	664	2130
EMP 81	Pequeño, crema "sucio"	1147	3420	46	2080
EMP 121A	Pequeño, negro opaco	1514	3128	300	2259
EMP 121D	Pequeño, negro opaco	1571	2805	552	2102
EMP 121	Muy pequeño, negro brillante	1243	2188	528	1295
EMP 84	Pequeño, negro opaco	1640	3558	307	2124
BAT 271	Pequeño, negro opaco	2019	2838	655	1593

* Los valores en el cuadro no son significativamente diferentes a un nivel de probabilidad de 0.05.

Cuadro 27. Rendimiento sin ataque por Empoasca kraemeri y reducción de rendimiento bajo un ataque fuerte (4 a 8 nin-fas/hoja) en las mejores líneas de algunos del sexto y séptimo ciclo de cruzamiento recurrente.

Código	Tipo de grano	Rendimiento sin <u>E. kraemeri</u> ^a kg/ha	Pérdida en rendimiento con <u>E. kraemeri</u> kg/ha
EMP 81 (testigo)	Pequeño, crema	1,541	596a*
ER 8180-3	Pequeño, crema	1,955	690a
ER 8227-5	Pequeño, blanco	1,716	751a
ER 8191-1	Medianamente pequeño, rojo	2,039	925ab
ER 8227-1	Pequeño, rojo	1,977	962ab
BAT 271 (testigo)	Pequeño, negro	1,727	963ab
ER 8191-24	Medianamente, pequeño, rojo	2,205	1,003ab
ER 8236-2	Pequeño, crema	2,091	1,020ab
ER 8168-2	Pequeño, blanco	1,949	1,087ab
BAT 41 (testigo)	Pequeño, rojo	1,893	1,466b

^a Sin diferencias significativas al nivel de probabilidad de 0.05.

* Las cifras seguidas por la misma letra(s) no fueron significativamente diferentes según la Prueba del Rango Múltiple de Duncan al 0.05 nivel de probabilidad.

En Guatemala, Apion tiende a ser un problema mayor en las zonas mas altas pero también hay regiones bajas (400 a 1.000 msl) donde inflige bastante daño tales como en Jalpatagua, Guatemala y otros sitios Centroamericanos tales como Ahuachapan en El Salvador, y El Barro en Honduras. Las mejores fuentes de resistencia hasta ahora conocidas se adaptan muy poco a estas bajas elevaciones pero se está intentando recuperar o desarrollar resistencia por medio de mejoramiento genético de genotipos útiles.

El enfoque principal ha sido el Vivero Internacional de Apion (VIA) para el cual se hicieron selecciones para resistencia a Apion de materiales provenientes de tierras altas, en la estación experimental de ICTA en Chimaltengo, Guatemala. Varias líneas prometedoras fueron identificadas pero las fuentes de resistencia mejor adaptadas para esta región fueron las líneas arbustivas tales como Amarillo 154 y Guate 209, las cuáles se utilizarán como progenitores. En Agosto de 1983, se sembraron 500 accesiones de origen Mexicano del banco de germoplasma del CIAT buscando nuevas fuentes de resistencia. Se seleccionó el EP 82 con tipos de grano Mexicano o Centroamericano y se identificaron 32 líneas las cuáles merecen estudio adicional.

Sin embargo, el enfoque principal sigue siendo sobre el VIA, (Cuadro 29). En 1981, los resultados del VIA confirmaron supuestas fuentes de resistencia, identificaron resistencia en líneas nuevas y sugirieron una correlación excelente entre los resultados en diferentes zonas de evaluación en tierras bajas.

De estos resultados se seleccionaron progenitores para un programa de cruzamientos en el cual algunos cruces combinaron fuentes de resistencia que tenían poca adaptación, con genotipos adaptados con el fin de combinar fuentes de resistencia intermedia buscando segregación transgresiva.

En Mayo de 1983, se evaluaron estas poblaciones en 112 familias de las cuales se seleccionaron 23 en base a su resistencia, siendo recuperados algunos segregantes transgresivos con resistencia superior. Aparentemente, algunas de las selecciones tienen adaptación mejorada, representando un avance significativo. Además, varias líneas poseen granos casi comerciales en cuanto a sus colores, para Centroamérica (negro opaco, negro brillante, rojo brillante).

Fuera de a las evaluaciones para resistencia, se han llevado a cabo estudios para mejorar la eficiencia de la recolección de datos. El procedimiento de evaluación utilizado por los científicos de ICTA ha sido simplificado, facilitando la evaluación de mayor número de líneas. Antes, la evaluación de una muestra de 30 vainas requería 15 a 20 minutos y ahora sólo requiere siete minutos. A cada evaluador se le entrega una hoja de papel dividida en cuadros marcados 0,1,2,3,4 y 5, representando el número de granos dañados/vaina. El evaluador abre las vainas una por una observando el número de granos dañados y colocando cada vaina en su respectiva clase. Los únicos datos anotados son: número de vainas en cada clase, y el número de granos sin daños. Con estos datos, la persona responsable por el experimento puede calcular el

resto de información de interés (porcentaje de granos dañados, porcentaje de vainas dañadas, etc.).

La factibilidad de usar una muestra más pequeña también se estudió utilizando el porcentaje de vainas dañadas en vez de porcentaje de granos dañados. Se evaluó estadísticamente el uso de controles en el diseño de la siembra para mejorar la precisión en la estimación de la resistencia.

Cuadro 28. Las 20 líneas sobresalientes de las 700 evaluadas por resistencia a Empoasca kraemeri por científicos del CNPAF en Goiania, 1983.

Identificación	Ninfas/hoja	Escala ^a de danos	Vainas/ planta	Rendimiento kg/ha
1. DRO 4679	0.96	2.5	18.8	326
2. DRO 4706	1.70	2.0	14.9	283
3. DRO 4708	1.26	2.0	13.75	283
4. DRO 4704	1.33	2.0	15.4	277
5. A 212	1.70	2.0	13.2	257
6. DRO 4723	1.93	2.3	14.0	253
7. DRO 4707	1.13	2.5	13.2	249
8. PI 208769 X ICA Tui	2.23	2.0	12.4	241
9. PI 298769 X ICA Tui	1.62	2.5	13.5	239
10. DRO 4704	1.40	2.3	11.9	236
11. BAT 1557	1.93	2.5	14.7	231
12. A 211	3.56	2.0	11.8	227
13. Jamapa X Carioca	1.66	2.5	11.3	226
14. Cornell 49242 X Rico 23	1.13	2.3	13.2	224
15. Jamapa X Roxao	1.73	2.5	10.9	224
16. Roxao X Jamapa	1.26	1.5	10.1	223
17. WIS 22.24	2.10	1.8	10.0	220
18. BAT 76	1.63	2.0	11.8	219
19. Jamapa X Carioca	1.73	2.75	11.1	218
20. DRO 4694	1.26	2.5	13.4	217
Control susceptible:				
Goiania precoce	2.02	-	-	79
Control tolerante:				
Porrillo 70	1.67	-	6.0	89

a Escala de daños: promedio de tres observaciones - 1 = tolerante,
5 = altamente susceptible

Cuadro 29. Daño a líneas seleccionadas del Vivero Internacional de Apion en Monjas, Guatemala, 1983A.

Líneas	% de semillas dañadas
G 03982	0.0 a*
EMP 87	2.4 a
APN 68	2.6 a
L17-7	2.7 a
APN 64	4.0 a
G 11506	4.3 a
APN 18	4.6 a
ICTA-TAMAZULAPA (testigo resistente)	19.5 b

* Las cifras seguidas por la misma letra no fueron diferentes según la Prueba del Rango múltiple de Duncan al 0.05 nivel de probabilidad.

Los resultados antes mencionados fueron presentados en un seminario de Apion en Jutiapa, Guatemala, noviembre 14 a 15 con la presencia de colaboradores de México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Panamá y el CIAT.

Gorgojos

Las larvas del primer instar de Acanthoscelides obtectus que fueron obligadas a penetrar la testa de un P. vulgaris silvestre resistente (G 12891) y que posteriormente se pasaron a una semilla del susceptible Diacol Calima no sufrieron ninguna extensión en su ciclo biológico comparadas con larvas mantenidas únicamente en Diacol Calima. Sin embargo cuando las larvas habían penetrado la testa de Diacol Calima y fueron transferidas a los cotiledones del G 12891, sufrieron una demora de 12.5 días en su desarrollo, indicando que por lo menos en esta accesión la resistencia se encuentra totalmente localizada en los cotiledones.

La resistencia fué correlacionada positivamente con el tiempo de cocción y las accesiones silvestres más resistentes requirieron cuatro horas de cocción comparadas con el susceptible Calima que requirió 30 minutos.

Se notaron avances en el incremento del tamaño de la semilla, la reducción de tiempo de cocción y en el mantenimiento de la resistencia en progenies de la F_3 de cruces entre accesiones de P. vulgaris silvestres resistentes y tipos de grano comerciales (Cuadro 30).

Se elaboró un estudio en cuadro sobre edades específicas para A. obtectus en Diacol Calima y en la resistente G 12953. La Mortandad ocurrió más rápidamente en G 12953. En la variedad susceptible, la oviposición empezó a los 35 días y en la línea resistente a los 56 días. La oviposición fué cuatro veces mayor en Diacol Calima comparada con G 12953 (Figura 3).

Mosca del frijol (Ophiomyia phaseoli)

La mosca del frijol no ocurre en América Latina pero posiblemente es el problema de producción más universal del frijol en Africa. Los trabajos colaborativos con Tanzania y Burundi incluyeron la evaluación de líneas avanzadas del CIAT por su resistencia a esta plaga. De las líneas seleccionadas, A 62 consistentemente tuvo resistencia mejorada en todas las localizaciones.

También BAT 93, A 30, y BAT 1252 tienen algo de resistencia. G 5478 (Tara) demostró un alto nivel de resistencia y fué cruzada con la accesión resistente P. coccineus G 35023, como parte del proyecto de Gembloux. Se enviaron líneas segregantes a AVRDC, Taiwan y a Burundi para selección. En Kisozi, Burundi, cierto número de plantas fueron seleccionadas por su resistencia y fertilidad. Actualmente se seleccionan sus progenies ahí.

La resistencia en estos materiales puede estar relacionada con el tallo grueso, leñoso, heredado del P. coccineus.

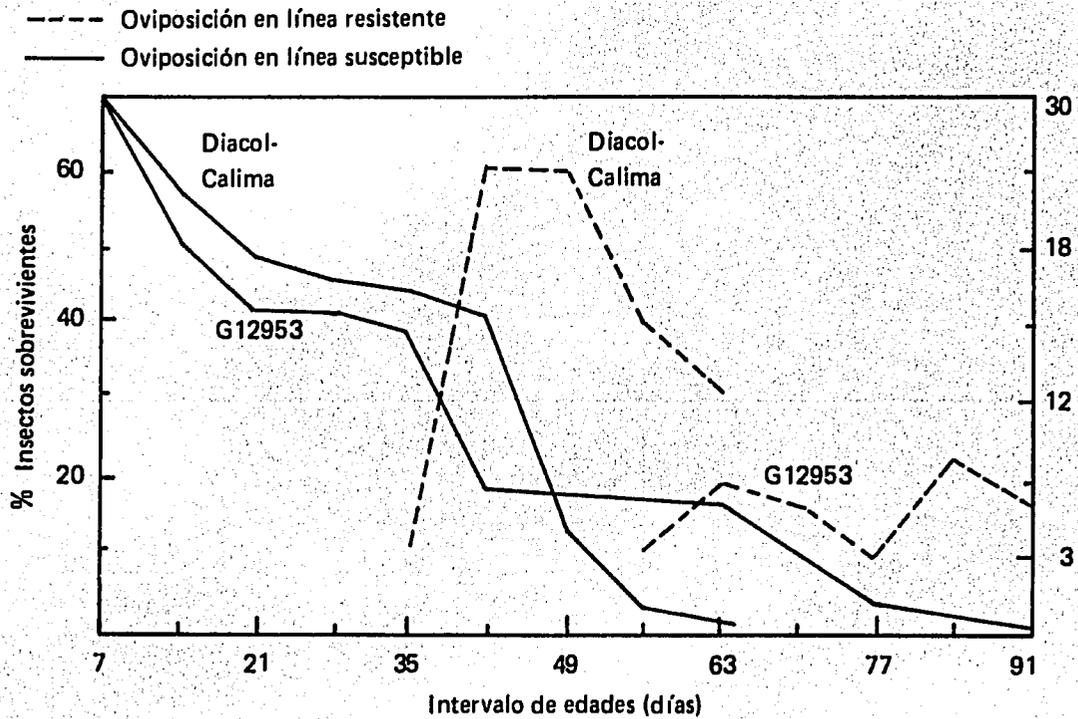


Figura 3. Cuadro sobre edades específicas para el Acanthoselides obtectus en una variedad de fríjol "Diacol-Calima" y una accesión silvestre existente 6 12953.

Se hizo un total de 10 cruzamientos en el CIAT en 1983, de los cuáles nueve involucraron la G 5478 cruzada con cultivares Africanos comerciales (ej. Kabanima, Jaune du Mosso). Estas están siendo avanzadas en masa a la F_4 antes de ser enviadas al Africa para su selección y evaluación.

Cuadro 30. Peso/100 granos, tiempo de cocción y resistencia del grano a brúchidos de plantas en la F₃ productos de cruces entre accesiones silvestres resistentes de Phaseolus vulgaris y tipos de grano comerciales.

Cruce	Peso/ 100 granos (g)	Tiempo de cocción (min)	No. de adultos emergidos ^a	Ciclo de vida de los brúchidos (días)	Peso seco de los adultos brúchidos (mg)	Clasificación de resistencia ^b
BAT1235 x G 12952	23	95	1/9(Z)	46	1.0	I
V7920 x G 12891	15	75	0(A)	--	--	R
G 12722 x G 10019	9	158	72(A)	54	2.0	R
G 1449 x G 12952	14	86	60(A)	51	1.9	R
Calima (testigo)	45	56	251(Z)	37	1.5	S
Calima (testigo)	45	56	87(A)	36	2.6	S
G 12952 (testigo)	8	190	5(A)	63	1.6	R

a. (A) = Acanthoscelides obtectus, (Z) = Zabrotes subfaciatus

b. R = resistente, I = intermedio, S = susceptible.

Cuadro 31. Las líneas más tolerantes a sequía en evaluaciones de la Etapa 1 (225 líneas) en el verano de enero/febrero y su reacción a Macrophomina phaseoli en el que se utilizó la pérdida de plantas como un índice de tolerancia en una escala de 0 (sin pérdidas de plantas) a 10 (perdida el 100%).

Entrada	Rendimiento (kg/ha)	Hábito de crecimiento	Color	<u>M.</u> <u>phaseoli</u>
BAT 85 ^a	1043	II	Crema	0 ^c
BAT 477 ^a	1021	III	Crema	0
San Cristobal 83 ^b	1014	III	Rosado	0
BAT 1298 ^b	977	II	Rosado	0.8
BAT 1393 ^b	913	I	Crema	1.6
A 300	869	II	Crema	0.2
BAT 332 ^b	867	II	Crema	0.2
BAT 1617 ^b	860	III	Rojo	0
BAT 1592 ^b	773	III	Blanco	0.1
BAT 1400 ^b	698	I-II	Crema	0.3
BAT 1375 ^b	695	II	Rojo	0.9
BAT 1449 ^b	690	II	Rojo	0.3
BAT 1572 ^b	686	III	Rojo	0.4
BAT 1532 ^b	658	II	Rojo	0.6
A 381 ^c	644	II	Café	0
\bar{X}	202			
SD	234			
C. V. (%)	116			

a. Controles estandares

b. Línea del EP 82.

Cuadro 32. Rendimiento de las accesiones, de las mejores líneas y variedades en la selección de la Etapa 2 para sequía de 72 líneas en el verano de enero/febrero de 1983 y sus reacciones a Macrophomina phaseoli en una escala de 0 (sin pérdida de plantas) a 10 (pérdida del 100%).

Entrada	Rendimiento estable ^a (kg/ha)	Rendimiento testigo (kg/ha)	Rendimiento bajo estrés (kg/ha)	Hábito	Color	M. phaseoli
V 8025 ^b	1,271	1854	839	IV	Negro	0 ^e
BAT 85	1,256	2093	707	II	Crema	0
BAT 1289	1,158	2,050	730	III	Rojo	0
BAT 477	1,156	2,006	592	III	Crema	0
A 55	1,147	1,898	673	II	Negro	0
BAT 1210	1,135	1,919	660	II	Crema	0
BAT 332	1,120	1,857	680	II	Crema	0.2
BAT 125	1,072	1,655	544	II	Crema	0
Negro Argel	952	1,869	542	II	Negro	0
EMP 84	945	1,737	416	II	Negro	0.2
A 54	921	1,509	300	II	Crema	0
A 59	920	1,780	377	II	Café	0
V 8017 ^b	885	1,921	367	IV	Negro	0
BAT 1257 ^b	860	1,776	372	III	Blanco	0 ^e
BAT 1198 ^b	816	1,933	359	III	Blanco	0.3
G 4454	788	1,392	479	II	Negro	0.6
XAN 76	782	1,854	354	II	Crema	0
A 195	748	1,270	452	I	Crema	0.6
A 147	730	1,854	354	III	Crema	0.1
G 4523	714	1,392	479	I	Rojo	0
\bar{X}	543	1711	266			
SD	345	323	211			
C.V. (%)	64	19	79			

a. Promedio geométrico de estrés y producción de control en kg/ha.

b. Nuevas líneas

c. Corte en el promedio más dos desviaciones estándares.

d. Corte en el promedio más una desviación estándar.

e. Valores transformados por $Avc \sin (\%) \cdot \frac{20}{pi}$

pi

Cuadro 33. Rendimiento de las mejores líneas en la Etapa 2 de selección por sequía de 72 líneas en el verano de julio/agosto y sus reacciones a *Macrophomina* en una escala de 0 (sin pérdida de plantas) a 10 (pérdida del 100%).

	Rendi- miento estable ^a (kg/ha)	Rendi- miento del testigo (kg/ha)	Rendi- miento bajo estrés (kg/ha)	Hábito de creci- miento	Color	<u>M. phaseoli</u>
BAT 85	566	1928	254	II	Crema	1.7
A 54 ^b	477	1,723	260	II	Crema	3.2
A 496 ^b	462	1,190	302	I	Blanco	0.3
BAT 1393 ^b	454	1,684	187	I	Crema	3.3
A 59 ^b	432	1,216	238	II	Cafè	2.1
A 487 ^b	371	1,069	250	I	Púrpura	1.0
BAT 1400 ^b	315	1,592	155	II	Crema	3.5
BAT 1217	314	1,575	132	II	Rojo	3.9
BAT 1617 ^b	292	1,734	156	I	Rojo	4.7
BAT 125	264	1,317	115	II	Crema	5.5
G 5059	262	1,493	109	II	Crema	3.6
BAT 1586 ^b	255	1,446	80	I	Crema	3.1
A 195	251	1,189	148	I	Crema	1.7
G 4523	251	1,271	137	I	Rojo	3.0
BAT 1620 ^b	244	1,315	135	I	Púrpura	1.7
\bar{X}	93	1,494	46			
SD	205	252	109			
C. V. (%)	221	17	238			

a. Promedio geométrico de estrés y producción del control.

b. Nuevas líneas.

c. Corte en el promedio más dos desviaciones estándar.

d. Corte en el promedio más una desviación estándar.

e. Valores transformados por Arc sin (%). $\frac{20}{\pi}$

Nemátodos

La selección en el campo para resistencia a nemátodos no se ha efectuado hasta ahora en Colombia, pero con la colaboración de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, se ha seleccionado germoplasma para resistencia a Meloidogyne incognita y a M. javanica.

Inicialmente, se seleccionaron 39 cultivares de frijol de los cuales Alabama 1 (G 3736), P.I. 313709 (G 2587), P.I. 165426 (G 5740), Manoa Wonder (G 6278) y Carioca (G 4017) tuvieron niveles aceptables de resistencia a M. incógnita. Todos los cultivares fueron susceptibles a M. arenaria. Panamito, Alabama 1, ICA Pijao y Talamanca fueron moderadamente resistentes a M. javanica.

Con base en estos resultados, un juego de 80 líneas avanzadas y cuatro poblaciones segregantes se seleccionaron, de cruces involucrando estos progenitores, las cuales están siendo sometidas a nuevas evaluaciones. Adicionalmente, se hicieron 11 cruces nuevos en 1983, para combinar estas fuentes de resistencia con tipos útiles agronómicamente.

Tolerancia a Estrés por Sequía

La selección por tolerancia a sequía se continuó en Palmira en los veranos de enero/febrero y julio/agosto de 1983 utilizando el sistema de dos etapas descrito en el informe Anual del Programa de Frijol, 1982. Se tomaron datos de la temperatura del follaje del cultivo pero éstos no se presentan aquí ya que no dan información adicional a la del dato de producción.

De las 225 entradas en la selección en la etapa 1 para el verano de enero/febrero, las mejores se presentan en el Cuadro 31. Entre las cinco mejores hubo dos líneas de grano rosado y un tipo I, sugiriendo que sí es posible alejarnos del patrón general del tipo II y III y del color crema y negro. El alto coeficiente de variación refleja el hecho de que 47 de las 225 líneas (21%) rindieron menos de 10 kg/ha. Estos rendimientos pobres se atribuyen primordialmente a infección por Macrophomina phaseoli (pudrición gris del tallo). Al anotar la pérdida de plantas como índice de tolerancia a M. phaseoli se indicó la probable tolerancia o resistencia en muchas líneas.

Los resultados de la selección en la etapa 2 para enero/febrero aparecen en el Cuadro 32. De las 72 líneas, accesiones y variedades las únicas entradas nuevas de interés fueron dos de tipo IV con un grano negro cultivado sin espaldera. Estas habían sido seleccionadas de la etapa 1 del EP 81. Los tipo IV se cultivan en áreas donde el estrés por sequía es problemático, y la existencia de tolerancia en un tipo IV debería ser útil en algunas áreas de México, América Central y la Zona Andina. Se notó la presencia de M. phaseoli en el ensayo aunque las mejores líneas aparentemente fueron poco afectadas.

En la selección de la etapa 1 del EP 82 durante julio/agosto, M. phaseoli alcanzó a un nivel sin precedentes causando una severa reducción en el cultivo. Los datos de producción fueron demasiado variados para justificar un análisis pero la distribución y

sobrevivencia de los cultivares bajo el estrés de la sequía y del Macrophomina están disponibles.

Niveles similares de infestación por Macrophomina ocurrieron en la selección en la etapa 2, como lo indican los resultados de pérdida de plantas y los bajos rendimientos bajo el estrés (Cuadro 33). De las 72 entradas, el rendimiento comparativamente bueno de muchos de los de tipo I con diferentes colores de grano fué sobresaliente, y probablemente representa un caso de escape a la enfermedad debido a su madurez precoz. BAT 85 y en una escala menor A 54 y A 59, mantuvieron su comportamiento sobresaliente observado en pruebas anteriores, sugiriendo que ellos combinan la tolerancia a sequía como a Macrophomina.

Aunque estos datos representan avances definitivos en los esfuerzos de selección por sequía, se podría avanzar a un paso más rápido si se pudieran superar varios problemas técnicos. La incidencia de Macrophomina definitivamente ha alcanzado niveles que dificultan evaluaciones de tolerancia a sequía. Se consideró la posibilidad de selección conjunta para sequía y Macrophomina pero aparentemente Macrophomina no parece estar lo suficiente y ampliamente distribuida como para justificar tal esfuerzo. Desde 1978, todos los ensayos para sequía han sido sembrados en el mismo campo, una práctica que favorece la acumulación de Macrophomina. El primer paso obvio para reducir la presión de Macrophomina es seguir un programa de rotación de campos y de cultivos.

En general, los niveles de estrés por sequía han aumentado en pruebas posteriores. Esto ha permitido al programa identificar materiales con tolerancias superiores de lo que originalmente se creyó posible, aunque también puede significar que la comparabilidad de los resultados de una prueba con otra ha sido afectada. Sin embargo, una comparación de rendimientos de líneas comunes a varias pruebas (Cuadro 34) indica que ha habido cierto nivel de consistencia, particularmente entre líneas sobresalientes de color crema tales como: A 54, BAT 85, BAT 125 y G 5059 (Mulatinho). Esta consistencia a través de las estaciones puede indicar que la tolerancia será estable para diferentes regímenes climáticos.

Aunque las líneas de varios EP y otras fuentes han demostrado sorprendentes niveles altos de tolerancia, la simple evaluación de líneas existentes es menos eficiente que el fitomejoramiento para mejorar los niveles de tolerancia. Con el fin de evaluar la posibilidad de usar una temperatura diferencial de la cobertura como criterio de selección en poblaciones segregantes, las plantas en la F_4 de cuatro cruzamientos fueron agrupadas en cuatro categorías según la frecuencia con que las plantas individuales demostraron baja diferencia por baja temperatura (utilizando la cobertura de G 5059 para determinar la temperatura referencia). Los rendimientos de las poblaciones de la F_5 bajo estrés de sequía mostraron diferencias significativas en rendimiento entre las categorías de temperatura, pero el incremento general en rendimiento fué solo del 12% el cual es un nivel bajo para justificar el uso rutinario de este sistema de selección. Futuros estudios buscarán criterios alternos de selección con énfasis en la morfología de la raíz.

La precipitación limitada o mal distribuida es una amenaza constante en muchas partes de América Central y una de las más difíciles limitaciones a la producción de frijol. Frecuentemente, la madurez precoz ha sido citada como un mecanismo de escape para evitar la sequía al final del ciclo de crecimiento, de manera que el Proyecto Centroamericano planeó un experimento con sequía que fue llevado a cabo en Guatemala con el fin de determinar si la madurez precoz sería ventajosa cuando la sequía ocurría al final del ciclo de crecimiento.

Se seleccionaron cinco genotipos representando un rango de madurez: ICTA Tamazulapa (madurez intermedia); CENTA Izalco, y Rabia de Gato (con floración precoz y madurez precoz); Revolución 79 (con floración intermedia pero madurez precoz y con un período extendido de floración). Se hizo sequía cortando los riegos a los 35, 42, 49 y 56 días después de la siembra. El único control recibió riego a través del ciclo de crecimiento. Casi toda la humedad disponible fue suministrada por riego.

En términos de porcentaje de reducción de rendimiento, todas las variedades perdieron aproximadamente 50% cuando se comparó el tratamiento de más bajo rendimiento con el de más alto rendimiento para cada variedad. En ningún tratamiento el rendimiento de ICTA Tamazulapa (la variedad intermedia) cayó por debajo del rendimiento de las variedades tempranas. Como conclusión, este experimento no demostró una ventaja de variedades tempranas con respecto a la sequía. Es posible que el período vegetativo extendido de las variedades más tardías permite un mejor desarrollo radicular que a su vez ofrece un mejor grado de tolerancia a la sequía, compensando así su madurez tardía.

Selección por tolerancia a sequía en CNPAF, Brasil

Se llevó a cabo una selección por sequía utilizando aspersores en línea, en el verano, en la estación experimental de CNPAF de Capivara. Se sembró el frijol en hileras de 0.5m perpendiculares a la línea de riego y divididas en tres lotes:

- (1) el más cercano a la línea = el lote sin estrés
- (2) el siguiente en cercanía = el lote con estrés intermedio
- (3) el más retirado, a 12m de la tubería, donde el agua de riego no alcanza = el lote bajo estrés. Este lote recibió un solo riego en la época de siembra.

Las evaluaciones están basadas en: rendimiento promedio de los lotes de estrés y de estrés intermedio y el coeficiente de regresión de rendimiento vs. la cantidad de agua. En 1983, fueron ensayadas 84 entradas de las cuales 18 se derivaron de CIAT. Las líneas sobresalientes aparecen en el Cuadro 35.

Cuadro 34. Comparación de rendimiento bajo estrés en kg/ha de líneas seleccionadas comunes a por lo menos tres de los ensayos con sequía.

Entrada	P r u e b a				Hábito
	8101	8214	8223	8304	
Crema					
A 54	1,917 ^b	2,297 ^a	407	260 ^a	II
BAT 85	2,203 ^a	2,321 ^a	707 ^a	254 ^a	II
BAT 125	1,762	2,211 ^b	544 ^b	115 ^b	II
G 5059	2,645 ^a	1,754 ^b	418 ^b	109 ^b	II
BAT 477	1,713 ^b	2,186 ^a	592 ^a	59	III
BAT 332	1,990 ^b	2,665 ^a	680 ^a	37	II
BAT 1210	-	2,004 ^b	660 ^a	29	II
A 147	1,728	1,286	354	26	III
BAC 76	- ^b	1,500	406	14	II
A 170	1,938 ^b	1,700 ^b	377	9	II
BAT 336	1,962 ^b	2,008 ^b	186	0	II
A 97	2,172 ^a	1,906	340	0	II
Negro					
Negro Argel	1,948 ^b	1,920	542	46	II
EMP 92	- ^b	1,968	250	45	II
BAT 266	1,858 ^b	1,169	301	28	II
A 55	-	1,422	673 ^a	15	II
EMP 84	-	1,816	384	11	II
BAT 798	2,179 ^a	1,925	233	0	III
ICA-TUI	2,184 ^a	1,756	391	0	II
Rojo					
ICA L-17	1,675	1,541	479 ^b	137 ^b	I
BAT 258	1,976 ^b	1,741	300	32	II
EMP 105	-	2,165 ^b	211	26	II
BAT 1289	-	1,559	730 ^a	0	III
Blanco					
BAT 1280	-	1,793	265	73	III
BAT 1257	-	1,764	509	71	III
BAT 1282	-	1,230	263	0	III
Amarillo					
EMP 110	-	1,809	250	72	II
Café					
BAT 805	1,990 ^a	1,631	233	6	II
\bar{X} Sequía	1,456	1,450	266	45	
X Control	2,608	2,812	1711	1,494	
No. líneas evaluadas	169	72	72	72	

a. Líneas con rendimientos en el 10% sobresaliente.

b. Líneas con rendimientos en el 20% sobresaliente.

Cuadro 35. Las entradas sobresalientes evaluadas por su tolerancia a sequía bajo un sistema de aspersión en línea efectuado por científicos de CNPAF durante el verano de 1981.

Identificación	Rendimientos en el lote con estrés kg/ha	Rendimiento en lote sin estrés kg/ha	Coefficiente de regresión
CNF 154	512	2,019	8.27
BAT 117	502	2,206	9.28
BAT 477	443	1,362	5.08
CNF 158	428	1,981	8.52
CNF 152	427	1,854	7.72
CNF 123	399	1,245	4.81
BAT 70	387	1,157	4.33
CNF 151	387	1,765	7.53
CNF 156	375	1,636	6.84
BAT 85	370	1,407	5.54
CNF 155	349	1,241	5.04
CNF 163	335	1,556	6.57
BAT 148	332	1,102	4.32
CNF 149	325	1,161	4.66
BAT 270	319	1,708	7.65
<hr/>			
Rendimiento promedio experimental de 84 líneas	241	1,015	

Tolerancia a suelos ácidos

De los Cuadros 36 y 37, es evidente que los bajos niveles de tolerancia en suelos con un nivel bajo de P y/o alto contenido de Al han sido incorporados a líneas con diferentes tipos y tamaños comerciales de grano. Con excepción de la línea A 283, la cual es de tipo Carioca, ninguna fué igual o mejor que la variedad que ha probado ser tolerante (Carioca) y que es cultivada extensamente en el Brasil. Esto puede ser debido parcialmente a la inconsistencia en la metodología de selección de un semestre a otro y debido al hecho de que las poblaciones híbridas no fueron evaluadas bajo condiciones de estrés desde el comienzo.

Parte de la evaluación de líneas avanzadas de trijol que corresponde a la fase final (III) en la evaluación para tolerancia a condiciones de suelo con bajo P y altas concentraciones de Al y/o Mn en CIAT-Quilichao, aparece en los Cuadros 36 y 37, respectivamente.

Las evaluaciones se hicieron bajo condiciones de estrés de P en aplicaciones de 26 kg/ha de P y el equivalente de 2 T/ha de CaCO_3 ; el estrés de aluminio con el equivalente de t/ha de CaCO_3 más 87 kg/ha de P. Los tratamientos fueron distribuidos en bloques en tres replicaciones.

Cuadro 36. Rendimiento promedio en kg/ha de las líneas sobresalientes de frijol bajo condiciones de suelo con bajo P en CIAT-Quilichao donde Carioca fué el control tolerante e ICA Pijao, el control susceptible.

Identificación	Sin estrés	Con estrés de fosforo	Diferencia en (kg)
A 283	2,298	1,121	1,177
A 358	1,993	990	1,003
A 257	1,930	975	955
BAT 1500	2,046	970	1,076
A 336	2,041	954	1,087
A 444	1,961	825	1,136
A 371	2,023	823	1,200
Carioca (G 4017)	2,262	958	1,304
ICA Pijao (G 4525)	1,922	741	1,181

Cuadro 37. Rendimiento promedio en kg/ha de líneas sobresalientes de frijol bajo condiciones de suelo con alto contenido de Al y Mn en CIAT-Quilichao donde Carioca sirvió de control tolerante e ICA Pijao, de control susceptible.

Identificación	Sin estrés	Con estrés de Al	Diferencia en (kg)
A 283	2,298	1,254	1,044
BAT 1500	2,046	1,208	838
A 358	1,993	1,050	943
A 254	1,699	934	765
Carioca 80	1,614	924	690
A 288	1,473	898	575
Carioca (G 4017)	2,262	869	1,393
ICA Pijao (G 4525)	1,922	723	1,199

Cuadro 38. Porcentaje de heterosis en la F_1 por encima del medio de los progenitores (por encima del diagonal) y al progenitor mejor¹ (por debajo del diagonal) para rendimiento en dos localidades. El porcentaje de heterosis en Palmira es el primer número en cada columna, el de Popayán es el segundo.

Habitto de crecimiento										
*	Linea Experimental	A 132	A 476	BAT 1222	A 359	XAN 122	A 457	A 231	Toche 400	A 375
I	A 132		20.9	47.7	76.9**	90.2**	28.3*	101.8**	100.5**	132.3**
			28.0	25.4	67.4*	74.4*	70.5*	68.3*	115.5**	58.1**
I	A 476	-0.6		25.1	34.8*	53.9*	44.6*	28.6	60.9**	84.2**
		8.4		17.1	13.2	55.9	58.3	85.9**	173.5**	46.5
I	XAN 122	18.4	18.4		43.1	-11.9	43.6*	111.2**	128.9**	38.1*
		12.5	6.2		35.1	54.4	70.9*	76.5**	141.7*	29.9
II	A 359	34.2*	18.5	18.5		68.2**	42.8**	44.8**	22.5	4.6
		12.9	-21.9	-17.8		3.7	41.0*	26.9	42.9	6.2
II	XAN 122	57.9**	46.2*	-30.2	48.0*		53.4**	91.8**	46.3*	87.1**
		60.0	20.7	18.4	-28.9		69.9*	100.7**	109.5*	83.2**
II	A 457	-5.1	21.1	19.4	37.4**	38.4*		29.7*	26.1	69.3**
		25.1	24.8	25.6	11.9	29.0		49.1**	-13.8	39.9
III	A 231	58.9**	10.9	102.9**	41.7**	66.0**	18.8		83.0**	4.3
		7.1	27.6	9.4	14.9	61.9**	33.4		47.6	29.1
III	Toche 400	54.9**	54.7**	112.4**	6.6	37.8*	1.9	51.5**		32.8*
		81.6	146.2**	78.0	-8.3	45.5	-37.8	9.2		74.2*
III	A 375	95.1**	52.**	38.0*	-0.1	55.2**	64.7**	-5.7	24.9	
		19.2	14.2	-8.3	-9.1	44.0*	23.9	16.0	46.4	

**,* Los datos se presentan como porcentaje, sin embargo, los simbolos representan diterencias significativas entre F_1 y el promedio de los progenitores y el F_1 y el mejor progenitor en niveles a 0.01 y 0.05, respectivamente.

-13-

Cuadro 39. Cuadros promedios de un análisis dialélico 9 x 9 de la generación F₁ en frijol seco evaluado en dos localidades en Colombia.

	d.f.	Rendimiento	Componentes de Rendimiento		
			Vainas/M ²	Granos/vaina	Peso/grano
Localidad	1	789,269.3*	318,102.6*	13.822**	0.0548**
Replicaciones/Loc	2				
Cruces (C)	35				
GCA	8	45,513.4**	49,253.3**	6.864**	0.0755**
SCA	7	9,955.5**	6,641.8	.201	0.0018**
C x L	35				
GCA x Localidad	8	4,882.6	3,209.2*	.261	0.0025**
SCA x Localidad	27	5,651.**	2,652.7*	.98	0.0006*
Error conjunto	70	2,648.8	1,371.4	0.151	0.0003

Características de la arquitectura de la planta

Ramas/ Planta	Nudos/ rama	Nudos/ planta	Nudos en tallo principal	Longitud de tallo principal	Longitud de entrenudos del tallo principal
84.921*	84.732*	9623.1*	13.242	27454.6**	152.38
2.061**	6.926**	226.5**	42.72**	1312.4**	7.45**
0.994**	4.662**	129.9**	5.44**	332.1**	1.08**
1.306**	4.571**	176.2**	4.07**	299.2*	0.74
0.538	1.164	26.8	2.16**	278.5**	0.71
0.360	1.002	24.84	1.178	133.3	0.44

*** Significativo en niveles 0.05 y 0.01, respectivamente.

Arquitectura y Rendimiento de la Planta

Con el fin de entender mejor las características de arquitectura y rendimiento se hicieron más estudios en 1983.

Se hizo cruzamiento dialélico entre tres líneas de grano pequeño (menos de 25g/100 granos), de grano medio (26 a 40g/100 granos) y/o de grano grande (superior a 40g/100 granos) de cada uno de tres tipos arbustivos (I, II y III) para obtener un juego completo de 72 cruces. Se evaluaron las generaciones F_1 y F_2 en dos localizaciones - Palmira y Popayán en Colombia. Se detectaron diferencias recíprocas significativas entre los híbridos F_1 en cuanto a peso/grano y ramas/planta. Todos los componentes estudiados mostraron heterosis significativa en la F_1 sobre el promedio de los progenitores. La heterosis de rendimiento de la F_1 sobre el promedio de los progenitores mejor de cada cruce tuvo un promedio de 35.9% en Palmira y 22.5% en Popayán; y los valores de heterosis tendieron a aumentar en cruces entre progenitores de hábitos de crecimiento cada vez más divergentes (Cuadro 38).

Tanto en la F_1 (Cuadro 39) como en la F_2 (Cuadro 41), en los análisis de cruces dialélicos y para todas las características arquitectónicas en los análisis de la F_1 , la habilidad general de combinatoria (GCA) fue más importante que la específica para rendimiento y componentes de rendimiento.

Tanto en el análisis de cruces dialélicos para la F_1 como para la F_2 los mismos progenitores A 375 y A 457 fueron identificados como poseedores de los mayores efectos combinatoria de habilidad positivos general para rendimiento y peso/grano. Los progenitores de tipo I determinado mostraron tendencia a efectos positivos de GCA para ramas/planta y efectos negativos de GCA para las demás características arquitectónicas en una o ambas localizaciones, mientras que lo opuesto era la norma para las líneas indeterminadas (de tipo II y III) (Cuadro 40).

Entre los componentes de rendimiento, el peso/semilla fue correlacionado negativamente con granos/vaina y vainas/m², y ninguna asociación se observó entre granos/vaina y vainas/m² (Cuadro 42). Se correlacionó positivamente el rendimiento con vainas/m², granos/vaina y todas las características de arquitectura de la planta con la excepción de ramas/planta. Por contraste, el peso/grano se correlacionó negativamente con el rendimiento, número de nudos/rama, nudos/planta y nudos en el tallo principal y fue correlacionado positivamente con la longitud de entrenudos en el tallo principal y la longitud del tallo principal.

El predominio de la acción genética aditiva para todas las características sugiere que la selección debería ser efectiva para aumentar el rendimiento y para cambiar los niveles de expresión del rendimiento y de componentes arquitectónicos de la planta. Más aún, la estimación de la GCA identificó por lo menos uno y frecuentemente varios

progenitores con valores positivos significativos de una o mas características deseables.

Un objetivo implícito de este estudio fué la posible identificación de las características arquitectónicas de la planta que podrían ser útiles como criterio para la selección indirecta en el mejoramiento simultáneo de rendimiento y de tamaño de grano en el frijol arbustivo. Todas las características arquitectónicas con excepción de ramas laterales/planta tuvieron correlaciones positivas, de naturaleza fenotípicas y genotípicas (desde moderadas hasta grandes), con el rendimiento en sí y algunas podrían ser útiles como criterios para selección indirecta.

Sin embargo, sólo dos características arquitectónicas, longitud del tallo principal y longitud de entrenudos en el tallo principal, no tuvieron correlaciones o tuvieron correlaciones positivas con ambos de los atributos comerciales deseados: rendimiento y peso/grano. Esto implica que tanto el rendimiento como el peso/grano podría ser aumentado indirectamente por medio de selección para mayor longitud de entrenudos y tallo principal. La asociación entre los atributos de grano comercial y éstas características arquitectónicas es consistente con los resultados de los análisis de los cruces dialélicos. Los dos progenitores identificados con los mayores efectos positivos de GCA para ambos rendimiento y peso/grano, A 375 y A 45/, también tendieron a efectos positivos de GCA para la longitud del tallo principal y para la longitud de entrenudos en el tallo principal y efectos negativos o ningún efecto para las demás características arquitectónicas en una o ambas localizaciones. Por lo tanto, es muy posible que la causa principal del porqué las líneas de grano de tamaño mediano y grande rinden menos que sus congéneres de grano pequeños, es el estar caracterizados por una longitud reducida de entrenudos en el tallo principal; y solo en frijol voluble (más de 1.5m), ha evolucionado en la naturaleza igualmente genotipos de alto rendimiento en todos los tamaños de grano pequeño, mediano y grande.

La selección directa para aumentar la longitud del tallo principal y la longitud de los entrenudos del tallo principal, sin embargo, puede ser problemática, ya que puede resultar en un tipo de planta excesivamente voluble (similar a la del tipo IV de frijol voluble/no-determinado) el cual tendría muy poca adaptación en el monocultivo sin espaldera y para la cosecha mecanizada. Adicionalmente, la naturaleza prostrada de tal tipo de planta en monocultura agravaría el problema de enfermedades, calidad de la semilla, etc., debido a una mayor cobertura y una oportunidad mayor para contacto de la vaina con los patógenos del suelo.

Por lo tanto, parece que se requiere algún grado de balance entre los atributos deseados del grano y la adaptación arquitectónica a sistemas específicos de cultivo. Entonces, el fitomejorador quien está seleccionando para adaptación a un sistema específico de cultivo, se enfrenta con el problema de la relativa importancia del despliegue arquitectónico comparado con los atributos comerciales del grano, y la eficiencia de criterio de selección directa vs. indirecta.

Los índices de selección podrían ser contruidos para mejorar simultáneamente los niveles de expresión de características arquitectónicas deseables hasta su valor óptimo para la máxima expresión de rendimiento y de tamaño de grano. Sin embargo, su eficacia no se sabe; y el tiempo y los recursos necesarios para la aplicación de tal índice en el campo podrían ser exorbitantes. Una alternativa más sencilla para la construcción de índices podría ser seleccionar simultáneamente para rendimiento y peso del grano dentro de poblaciones híbridas, morfológicamente heterogéneas, y limitar la selección para características arquitectónicas solamente a aquellas que sean necesarias para la adaptación general a sistemas y ambientes específicos de cultivo. Ya que la selección sería para rendimiento y peso/grano, se espera que otras características arquitectónicas sin seleccionar pero genéticamente correlacionadas tenderían gradualmente hacia valores óptimos para la expresión máxima de rendimiento y peso/grano.

Cuadro 40. Habilidad combinatoria (GCA) de nueve progenitores de variedades de frijol utilizadas en el análisis de la F_1 en dos localidades, Palmira (Pal) y Popayán (Pop), Colombia.

Progenitor	Hábito de crecimiento ^a	Tamaño de grano ^b	Rendimiento		Vainas/m ²		Granos/vaina		Peso/grano	
			Pal	Pop	Pal	Pop	Pal	Pop	Pal	Pop
A 132	I	P	-24.8	-50.4	11.2	-16.4	-0.23	-0.18	-0.018	-0.039
A 476	I	m	-27.9	-59.9	-13.3	-34.4	-0.26	-0.37	-0.006	0.005
BAT 1222	I	G	-29.4	-36.3	-32.2	-30.8	-0.59	-0.75	0.061	0.093
A 359	II	P	22.1	60.7	19.1	56.2	0.71	0.64	-0.061	-0.082
XAN 122	II	m	-20.8	-26.4	9.4	-4.0	-0.61	-0.62	-0.024	0.045
A 457	II	N	9.0	24.6	-56.3	-31.7	0.44	0.70	0.042	0.028
A 231	III	P	48.0	84.3	94.9	86.6	0.28	0.58	-0.077	-0.088
Toche 400	III	m	-6.9	-35.2	-26.8	-33.2	0.19	-0.11	0.006	0.020
A 375	III	M	29.9	38.3	-6.0	1.7	0.07	0.11	0.018	0.020
Error estandar de efectos de GCA			14.5	11.2	10.4	8.2	0.05	0.13	0.003	0.005
Rendimiento promedio de progenitores			266.6	171.9	214.7	153.7	4.12	3.38	0.327	0.359

a. I = determinado, II = indeterminado erecto y III = indeterminado postrado.

b. P = pequeño .25g; M= mediano .26 a .40g; y G= grande 0.4g.

(Continúa)

Table 40. Continuación.

<u>Ramas/planta</u>		<u>Nudos/rama</u>		<u>Características de la arquitectura de la planta</u>							
				<u>Nudos/planta</u>		<u>Nudos</u>		<u>Longitud</u>		<u>Longitud internudos</u>	
<u>Pal</u>	<u>Pop</u>	<u>Pal</u>	<u>Pop</u>	<u>Pal</u>	<u>Pop</u>	<u>tallo Principal</u>		<u>tallo Pricipal</u>		<u>tallo Principal</u>	
						<u>Pal</u>	<u>Pop</u>	<u>Pal</u>	<u>Pop</u>	<u>Pal</u>	<u>Pop</u>
0.38	0.07	-0.26	-0.78	2.0	-2.2	2.0	-0.5	5.6	-5.8	-0.047	-0.68
0.73	-0.12	0.13	-0.79	3.5	-4.4	-0.7	-0.9	-11.0	-12.9	-0.66	-0.92
0.47	0.27	-1.32	-0.21	-6.8	-1.5	-2.0	-1.9	-9.4	-1.2	0.08	0.38
-0.30	-0.21	-0.40	0.71	-3.4	2.4	-0.1	0.7	-2.5	-0.8	-0.03	-0.22
-0.09	-0.30	0.42	0.10	1.2	-2.4	-0.8	-1.5	-1.0	-0.7	0.33	0.39
-0.61	-0.18	-0.01	-0.29	-3.7	-1.9	-0.1	0.2	6.3	8.6	0.57	0.71
-0.28	-0.16	0.70	0.59	4.2	5.3	2.0	2.1	4.5	4.2	0.41	-0.15
-0.03	0.35	1.13	0.26	5.9	2.2	-0.3	-0.4	-0.5	-6.9	0.13	-0.42
-0.26	-0.02	-0.39	0.41	-2.9	2.5	-0.1	1.3	5.8	15.6	0.45	0.92
0.14	0.16	0.26	0.24	1.4	1.0	0.3	0.3	3.3	2.5	0.18	0.16
5.65	3.07	4.90	4.79	37.5	25.8	11.4	10.8	56.7	32.1	4.84	2.89

79.

Cuadro 41. Cuadros de promedios y efectos GCA de un análisis 9 x 9 de una generación F₂ de frijol seco cultivado en dos localidades, Palmira (Pal) y Popayán (Pop), en Colombia.

Fuente	d.f.	Rendimiento		Vainas/m ²		Seeds/pod		Weight/seed	
		Pal	Pop	Pal	Pop	Pal	Pop	Pal	Pop
Cruces	35								
GCA	8	8936.9**	28997.0**	2769.3**	18133.26**	2.656**	4.098**	0.0288**	0.0577**
SCA	27	973.0	3362.7	586.5	1643.8	0.258	0.463	0.0014	0.0043
Error	70	485.8	2723.5	285.4	1398.2	0.203	0.458	0.0012	0.00231
Progenitor		g/m ²		Efectos GCA		No.		g	
A 132		-15.6	-56.3	7.5	-26.0	-0.31	-0.29	-0.014	-0.039
A 476		-26.1	-47.5	-2.6	-27.5	-0.44	-0.38	-0.004	0.018
BAT 122		-12.3	0.7	-8.8	-13.9	-0.51	-0.16	0.046	0.045
A359		8.5	48.8	15.7	41.6	0.47	0.74	-0.048	-0.075
XAN 122		-21.2	-28.6	-11.2	-14.4	-0.45	-0.67	0.019	0.051
A 457		34.9	7.5	-17.2	-22.6	0.40	0.34	0.052	0.055
A 231		-2.4	29.7	13.8	48.8	0.36	0.25	-0.057	-0.079
Toche 400		16.1	8.1	-3.6	-6.3	0.32	0.31	0.001	0.002
A 375		18.1	37.5	6.6	20.3	0.14	-0.14	0.005	0.025
Error estandar de efecto GCA		4.5	10.7	4.5	7.7	0.09	0.14	0.007	0.011
Rendimiento promedio de progenitores		187.2	168.0	146.7	169.7	3.75	3.21	0.308	0.387

** Significante en el nivel de 0.01 de la prueba de Duncan.

Cuadro 42. Correlaciones fenotípicas (por encima del diagonal) y genotípicas (por debajo del diagonal) entre rendimiento, componentes de rendimiento y características arquitectónicas de la planta en progenies F_1 de cruces dialélicos de nueve progenitores de frijol seco cultivado en Colombia para las cuáles las correlaciones están basadas en los promedios de la familia F_1 en dos localizaciones.

Rendimiento	Componentes de rendimiento			Componentes Arquitectonicos						
	Vainas/ m ²	Granos/ vaina	Peso/ grano	Ramas/ planta	Nudos/ rama	Nudos/ planta	Nudos en tallo principal (NTP)	Longitud de tallo principal (LTP)	Longitud de entre- nudos del tallo prin- cipal (LETP)	
Rendimiento		.77**	.57**	-.39*	-.24	.56**	.54**	.55**	.67**	.43**
Vainas/M ²	.75		.25	-.67**	.08	.45**	.60**	.52**	.36**	.04
Granos/vaina	.68	.30		-.56**	-.54**	.33*	.21	.62**	.42**	.06
Peso/grano	-.48	-.76	-.56		.03	-.19	-.34*	-.59**	-.05	.41*
Ramas/planta	-.56	.01	-.87	.04		-.42**	.02	-.39	-.42**	-.27
Nudos/rama	.64	.49	.44	-.27	-.67		.86**	.53**	.50**	.27
Nudos/planta	.56	.67	.26	-.45	-.31	.90		.60**	.44**	.09
NTP	.66	.57	.70	-.66	-.78	.65	.67		.63**	-.02
LTP	1.01	.47	.60	-.07	-.91	.68	.61	.44		.75**
LETP	.50	.00	.04	.52	-.49	.28	-.20	-.068		

**,* Correlaciones fenotípicas significativamente diferentes en los niveles 0.01 y 0.05, respectivamente en la prueba de Duncan.

Mayor Fijación de N₂

Se evaluó un gran número de poblaciones híbridas de una gama extensa de progenitores en los semestres 1982B y 1983A. Se utilizaron estimativos de rendimiento sin replicaciones, así como tipo de grano, hábito de crecimiento, reacción a enfermedades y fijación de nitrógeno (reducción por acetileno) para caracterizar 65 familias de generaciones tempranas y varios materiales avanzados. Se seleccionaron las mejores líneas para el vivero VEF 83 y se codificaron como : RIZ 19, RIZ 20, RIZ 23 y RIZ 13.

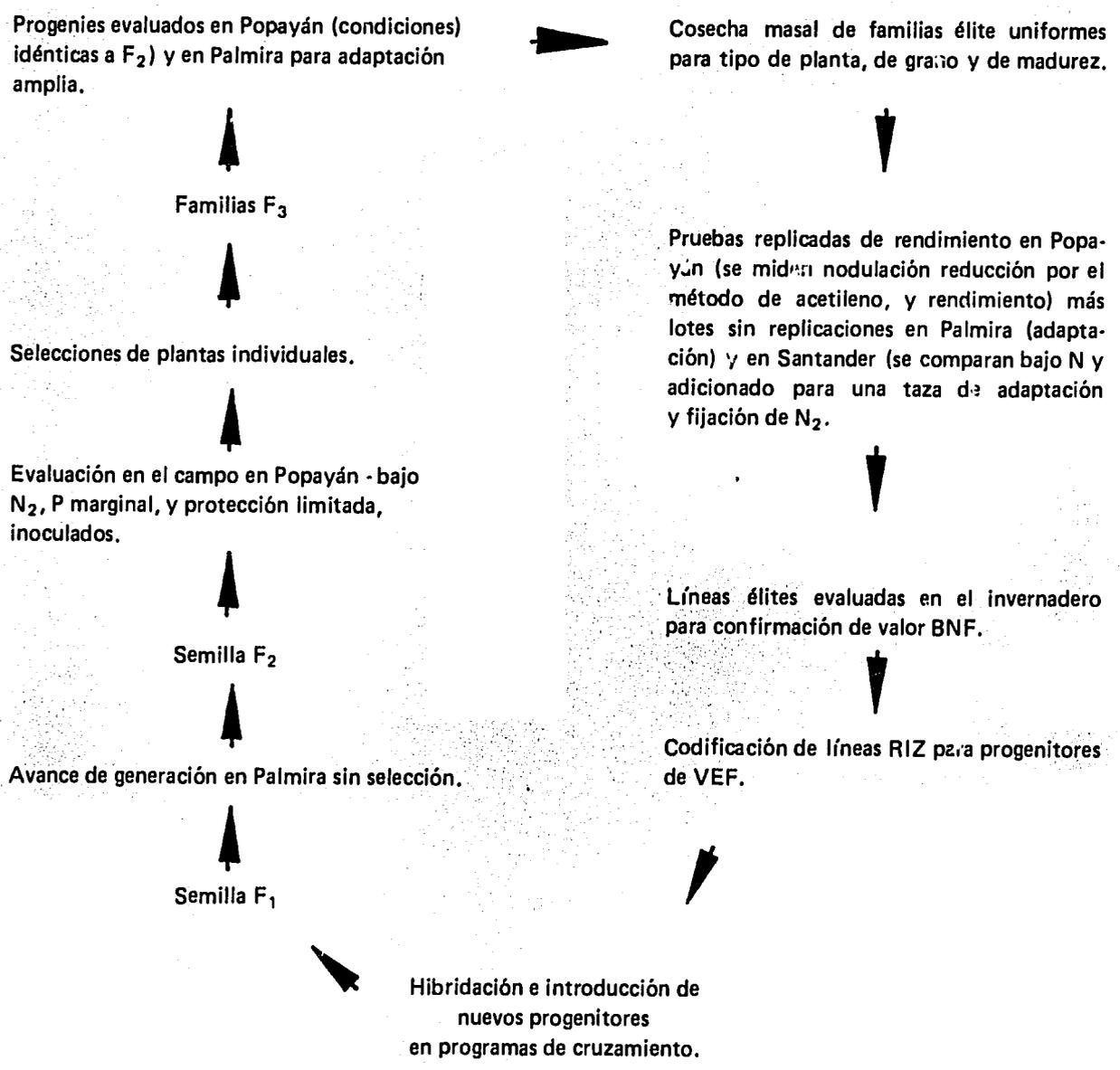
Durante el período de siembra de 1983A, 47 familias de generación temprana y 28 líneas avanzadas fueron evaluadas en pruebas replicadas de rendimiento tomándose en consideración los siguientes factores: tipo de grano, hábito de crecimiento de la planta, madurez, vigor vegetativo, grado de capacidad reproductiva, rendimiento, reacción a enfermedades, fijación de nitrógeno (por medio de reducción de acetileno y peso en seco de nódulos) y peso seco de las raíces y de la parte aérea. Algunas de las entradas sobresalientes junto con las mejores variedades que sirvieron de control se encuentran en el cuadro 43a. Bajo inoculación con Rhizobium, fósforo marginal, y protección química reducida, estas entradas mostraron comportamientos superior a los testigos y a las selecciones anteriores. Estas fueron codificadas para el VEF 84.

Sin embargo estimados recientes de la fijación de nitrógeno (por reducción de acetileno) han mostrado CVs muy grandes con tendencia a inclinar la selección a favor del fitomejoramiento para rendimiento en un ambiente de estrés múltiple. Como un resultado, la habilidad de fijar nitrógeno se estima actualmente en base a datos combinados de reducción por acetileno, peso seco de la parte aérea y de los nódulos (dos réplicas en Popayán y uno en Quilichao) y porcentaje de nitrógeno en los tejidos de las raíces y de la parte aérea. Además, se utiliza un sistema visual de calificación (modificado del de Rosas, 1983) para estimar la nodulación. Así, el manejo de fitomejoramiento y selección ha sido modificado para incluir selección, adaptación y fijación de nitrógeno utilizando tanto las facilidades de campo como las de los invernaderos para obtener datos complementarios (Figura 4).

A veces, los suelos de bajo pH contienen niveles tóxicos de Al y Mn, que causan estrés tanto al genotipo anfitrión como a la cepa de Rhizobium dando como resultado fijación reducida y bajo rendimiento. Además la eficiencia de infección depende en parte de la compatibilidad del anfitrión y de los genotipos Rhizobium. Considerando las vastas áreas productoras caracterizadas por suelos con bajo pH, es importante seleccionar variedades de frijol y cepas Rhizobium que prosperen bajo estas condiciones. Treinta y dos selecciones promisorias del vivero EP 82 y un número de líneas RIZ se mantuvieron a un pH de 5.5 en un cultivo de arena y se inocularon con una mezcla de cepas de Rhizobium, CIAT 632 (no-tolerante) y el mutante tolerante CIAT 2545 (de la cepa CIAT 899). Las diferencias en la tolerancia de las variedades y la sobrevivencia diferencial de las cepas de Rhizobium en los genotipos de frijol son evidentes en los resultados del Cuadro 43b.

83-

Figura 4. Selección recurrente y plan de entrecruzamientos empleados por el CIAT con el fin de aumentar niveles de fijación en genotipos de alto rendimiento.



Cuadro 43a. Algunas entradas sobresalientes entre un grupo de 86 familias y líneas avanzadas evaluadas por fijación de N_2 y su adaptación general en 1983A comparadas con los mejores controles locales de ciclos anteriores de selección.

<u>Posición Relativa</u> ^a	<u>Identificación</u>					
	<u>Color</u>	<u>PSNP</u> ^b	<u>PSRP</u> ^c	<u>PSPA</u> ^d	<u>ACT</u> ^e	<u>PSG</u> ^f
RH 9320-1-4-cm (16B)	Mulatinho	5/29	3/29	9/29	5/29	10/25
RH 9320-1-3-cm (20B)	Mulatinho	7/29	2/29	13/29	3/29	8/29
RH 9305-1-2-cm (20C)	Crema	10/29	5/29	3/29	2/29	7/29
RH 9337-1-m (16C)	Negro	2/28	1/28	2/28	7/28	2/28
RH 9281-cm-6-cm (10B)	Negro	7/28	6/28	7/28	4/28	1/28
BAT 1493	Rojo	2/39	5/39	5/39	2/39	14/39
<u>Controles</u>						
RIZ 21	Rojo Moteado	5/39	6/39	6/39	3/39	4/39
BAT 76	Negro	14/39	10/39	17/39	15/39	2/39

a. Los resultados se han reportado como la posición relativa con el número de entradas con que compitió.

b. Peso en seco de nódulos.

c. Peso en seco de raíces.

d. Peso en seco de la parte aérea

e. Actividad de N_2 asa (u moles C_2H_4 /planta/hora).

f. Peso del grano

Cuadro 43b. La respuesta de seis líneas tolerantes y cuatro no-tolerantes de P. vulgaris a una infección mixta en cepas tolerantes a acidez y no tolerantes a un pH de 5.5

Identificación	Peso fresco de retoños (g/planta)	Nodulos/planta	Frecuencia de recuperación (% planta)		No-du-los muertos (%/planta)
			CIAT 632	CIAT 2545	
<u>Líneas tolerantes a la acidez</u>					
RIZ 19	5.525	55	62	32	6
RIZ 21	4.010	100	45	45	10
BAT 1470	4.677	102	13	82	5
XAN 112	4.572	65	1	74	25
VRA 81011	7.265	127	21	86	3
VRA 81029	4.144	92	24	75	1
<u>Líneas no-tolerantes a la acidez</u>					
21536-M-4-1-M(6)	2.953	55	62	16	22
BAT 1432	2.825	41	62	8	30
BAT 1557	2.018	65	21	22	57
RIZ 27	3.000	54	12	2	86

Variabilidad de Hibridación Interespecífica

El programa de investigación sobre los cruces interespecíficos resulta de la colaboración entre el CIAT y la Facultad de Agronomía de Gembloux y es financiado por el gobierno de Bélgica (A.G.C.D). Sus objetivos son la evaluación de las principales especies del genus Phaseolus y el mejoramiento del genome vulgaris por medio de la utilización de cruces con interespecíficos con P. coccineus L., sus subespecies y P. acutifolius. A. Gray.

Los híbridos interespecíficos evaluados involucraron tres tipos silvestres y 45 cultivares de P. vulgaris, 33 accesiones de P. coccineus subespecie coccineus, dos accesiones de subespecies formosus y nueve de la subespecies polyanthus.

A. Cruces interespecíficos P. vulgaris x P. coccineus

Phaseolus coccineus es una especie adaptada a los climas fríos de las tierras altas tropicales y a las zonas templadas. Se evaluaron los híbridos de P. vulgaris x P. coccineus en diferentes estaciones experimentales de los Andes Colombianos para resistencia a enfermedades foliares y para características arquitectónicas de la planta tales como racimos largos y el estigma extrorso.

1. Vivero F₁

Varias poblaciones interespecíficas F₁ (P. vulgaris x P. coccineus) fueron sembradas en octubre de 1982 en Popayán para multiplicación de la semilla. El rendimiento promedio por planta varió pero fue relativamente bajo, lo cual es común en las F₁ interespecíficas, aunque se identificaron algunos cruces con buena fertilidad y la cantidad total de semilla cosechada fué suficiente para pruebas adicionales. Un total de 2.200 granos de 17 cruces fué entregado a Fitomejoramiento I para evaluación de resistencia a BGMV y 150 granos fueron a Fitomejoramiento II para estudio de características arquitectónicas de la planta.

2. Cruces interespecíficos complejos

La Facultad de Agronomía en Gembloux concibió un nuevo concepto para elaborar cruces interespecíficos con el fin de mejorar la introgresión de los genes P. coccineus en el genome P. vulgaris. Los cruces de P. vulgaris con P. coccineus han tenido éxito solamente cuando P. vulgaris fué usado como el progenitor femenino. Una interacción negativa puede existir entre el genome coccineus y el citoplasma vulgaris lo cual rechaza el gameto tipo coccineus durante la meiosis o forma cigotos con baja fertilidad. Con el fin de superar ésto, nuevos cruces se han hecho utilizando P. coccineus, subesp. formosus, un tipo silvestre como puente entre las dos especies. P. coccineus subespecie formosus se utiliza como el progenitor femenino en cruce con P. vulgaris porque se constató que la productividad de este híbrido sobrepasa en mucho la del cruce recíproco. Los híbridos de F₁ se cruzaron con diferentes accesiones de P. coccineus y luego con variedades élite vulgaris utilizándolos como progenitores masculinos. En la presencia de un citoplasma coccineus, el genome coccineus puede expresarse mejor y recombinar más fácilmente con el genome vulgaris.

Los detalles de los cruces se encuentran en el Cuadro 44. El híbrido 82/418 (NI 552 x G 00677) x M 7285 x A 133 produjo dos plantas con flores rojas de tipo coccineus y el estigma típicamente extrorso. Todos los demás híbridos mostraron flores con diferentes tonos de rosado y púrpura y un estigma hacia dentro.

Cuadro 44. Comparación de la producción de grano de híbridos complejos; (P. coccineus subespecie formosus x P. coccineus subespecie coccineus) x (P. vulgaris) por medio de cruces y autopolinización.

Código de Gembloux	Identificación del híbrido femenino	Hibridación Manual						Autopolinización			
		Método de Buisnand			Solución de White			manual		espontáneo	
		No. de cruces	No. de granos	Progenitor masculino	No. de cruces	No. de granos	Progenitor masculino	No. de cruces	No. de granos	No. de cruces	No. de granos
H82/380	NI 552 x G 00677 x M 7689A x Turrialba 1	7	0	0	3	0	0	6	4	7	4
H82/383	N I552 x G 00677 x M 7689A x D 145	0	0	0	5	0	0	4	2	5	0
H82/384-1	NI 552 x G 00677 x MI 689A x D 145	6	1	Guate 1076CM	8	0	0	8	1	12	12
H82/384-2	NI 552 x G 00677 x M 7689A x D 145	7	1	D 145	13	0	0	40	15	24	3
H82/384-3	NI 552 x G 00677 x M 7689A x D 145	4	1	Guate 1076CM	2	2	Calima Guate 1076CM	0	0	0	0
H82/418-1	NI 552 x G 00677 x M 7689A x A 133	13	0	0	12	0	0	15	6	12	0
H82/418-2	NI 552 x G 00677 x M 7689A x A 133	11	0	0	16	0	0	5	6	2	0
Total de granos:			3			2			46		19
Número de cruces: exitosos		3			2			27		19	
sin éxito		<u>45</u>			<u>57</u>			<u>41</u>		<u>43</u>	
Total de cruces:		<u>48</u>			<u>59</u>			<u>78</u>		<u>62</u>	

88

Cuadro 45: Lista de cruces complejos que produjeron semilla durante el período de sequía en Popayán de junio a septiembre en 1983.

Generación	Identificación de los cruces ^a	Identificación	Proyecto	Características
F ₂	FxVxCxV	NI 552xG 0067/xG 35325xA 133	BGMV	Vigoroso, precoz y muy fértil se parece a <u>P. vulgaris</u>
F ₃	FxVxCxVxV	NI 552xG 00677xM 7285xD 145xD 145	BGMV	Voluble tipo híbrido, vigoroso y sano.
F ₃	FxVxCxV	NI 552xG 00677xM 7689AxTurrialba 1	BGMV	Tipo arbustivo, tardío
F ₃	FxVxCxVxV	NI 552xG 00677xM 7285xD 145xD 145	BGMV	Tipo arbustivo sano, tardío.
F ₁	FxVxCxVxVxVxV	NI 552xG 00677xM 7285xD 145xD 145xDOR 303xDOR 60	BGMV	Voluble, sano

^a F= Phaseolus coccineus subespecie formosus

C= P. coccineus subespecie coccineus

V= P. vulgaris

89-
-38

En la cámara de cultivo, la hibridación manual resultó menos exitosa que la auto-polinización. El cruzamiento tuvo éxito solamente con dos híbridos, utilizando el método clásico de Buishand o aplicando una aplicación de la solución de White al estigma antes de la polinización.

La auto-polinización a mano hirió el estigma y provocó el despojo de flores pero aumentó el número promedio de granos/vaina el cual compensó en abundancia el número mas alto de vainas cosechadas de las flores autofecundadas.

El éxito del retrocruzamiento al progenitor P. vulgaris no dependió de que el progenitor vulgaris o polyanthus hubiera sido incluido previamente en el genome del progenitor femenino híbrido (cuadro 44).

Las progenies de las plantas cultivadas en la cámara de cultivo fueron sembradas en Popayán en Abril 1983. Hubo comienzo de severas condiciones de sequía durante el período de floración en junio, la cual continuó hasta Octubre, afectando severamente la producción de vainas. Solamente 25% de las poblaciones produjeron semilla (ver Cuadro 45).

Las plantas que produjeron semillas presentaron características similares a P. vulgaris. Los híbridos con flores rojas tipo coccineus eran vigorosas pero no produjeron semilla.

3. Retrocruzamiento de P. vulgaris x P. coccineus x P. vulgaris en Popayán

Los retrocruces F_2 y F_3 fueron sembrados en abril 1983 en Popayán para multiplicación de semilla y evaluación. Esas plantas superaron mejor la sequía que los cruces complejos, eso probablemente es debido a los altos niveles de introgresión vulgaris. Se cosecharon plantas con racimos largos tipo coccineus lo mismo que plantas con resistencia a roya y Oidium.

Noventa por ciento de los cruces produjeron semilla. Las mejores líneas fueron (G 04459 x G 35022) x Guate 1240 (voluble vigoroso con resistencia a enfermedades, cuyo rendimiento está asociado a los racimos largos); (G 04459 x G 35022) x Riñón (un tipo arbustivo tardío con resistencia a enfermedades) y (G 04459 x G 035022) x Riñón x Riñón (tipo arbustivo con buen rendimiento).

4. Selección de híbridos interespecíficos para racimos tipo coccineus en F_4

Un objetivo importante del proyecto Gembloux es la incorporación del racimo largo y bien provisto con más de ocho nudos florales del tipo coccineus. Veinte plantas individuales de nueve cruces diferentes (Cuadro 46) presentando estas características fueron seleccionadas en los viveros F_3 y sus progenies sembradas en Popayán. Todos las progenies evaluadas produjeron cada una por lo menos una planta con la característica deseada. Ecuador 229 x Piloy y Mortiño x X7 tuvieron el porcentaje más alto de racimos coccineus. Ecuador 299 x Piloy fué consistentemente el mejor cruz de las nueve progenies evaluadas, seguido

por Mortiño x X7. Aquellas líneas fueron más fértiles bajo condiciones severas de sequía. Estas progenies fueron las más vigorosas y también las más resistentes a ascochita, roya, mildew polvoroso, mancha gris, y BCMV.

Todos las progenies que produjeron plantas con el racimo deseado se diferenciaron unas de otras por otras características arquitectónicas de la planta y por cualidades de resistencia. Esto implica que el racimo largo puede ser seleccionado en una serie de cruces que exhiben diferentes características agronómicas.

5. Viveros interespecíficos miscelaneos F₃ y F₄

Híbridos interespecíficos (P. vulgaris x P. coccineus) combinando progenitores de Africa, América Latina y Europa, fueron sembrados en Popayán en octubre 1982 para selección de plantas individuales. El Cuadro 4/ da la identificación de los progenitores y las características por las cuáles se seleccionaron los híbridos.

Las plantas más fértiles vinieron de un cruce entre una variedad de P. vulgaris, Colorado, encontrada en Zaire y Rwanda, y un polyanthus de Venezuela. Varios híbridos fértiles F₃ y F₄ con racimos largos se destacaron, entre ellos Coco White de ³Zaire⁴, cruzado con N12, una accesión coccineus de Turquía. Se observó también resistencia a ascochita, mildew polvoroso, roya y antracnosis.

Cuadro 46. Selección de racimos tipo coccineus en Phaseolus vulgaris x P. coccineus en la generación F₄

Cruce	% de plantas con racimo <u>coccineus</u>	Grado promedio de resistencia	Grado promedio de vigor
G 5066 x Piloy	29	2.2	3.4
Bat450 x Piloy	21	2.5	3.6
BAT 788 x Guate 909	20	3.0	3.4
Mortiño x X7	43	2.1	2.6
Rinon x Piloy	26	2.7	3.2
Ecuador 299 x Piloy	50	2.5	3.3
San Martín x Piloy	10	2.4	3.2
Mortiño x 88-1	14	2.4	3.5
Guate 1008 x Piloy	6	2.5	3.0

Cuadro 47. Criterio de selección para selecciones de plantas individuales en poblaciones inter-específicas (Phaseolus vulgaris x P. coccineus) F₃ y F₄.

Progenitor femenino Código	femenino Fuente	Progenitor masculino			Híbridos			
		Código	Fuente	Subespecie	Generación	Caracterís- ticas selec- cionadas.	No.de plantas selec- cionadas	No. de cosecha- das
NEP 2 G 04459 NI 565	CRA	NI 132 G 35315	RMN	<u>Coccineus</u>	F ₃	Resistencia Racimos largos	2 11	11 339
Colorado NI 11	ZRE RWD	G 35317 NI 373	VNZ	<u>Polyanthus</u>	F ₃	Resistencia Racimos largos	5 4	499 838
Colorado NI 11 G 07457	ZRE RWD	NI 2 PI 1766/72	TKY	<u>Coccineus</u>	F ₃	Granos blancos	4	248
G 2211 PI 311824 NI 555	GTA	G 04835(G35160) NI 579	MEX	<u>Coccineus</u> F ₃		Resistencia Racimos largos+ precocidad	2 1	179 137
Línea 17 G 4523 NI 572	CLB	NI 2 PI 176672	RWD	<u>Coccineus</u>	F ₃	Racimos largos Racimos largos+ estigma extrorso	1 1	24 3
NI 141	Adelaide Bot. gardens	NI 229 G 35174	ZRE	<u>Coccineus</u>	F ₄	Racimos largos + resistencia	2	194
						Racimos largos +estigma extrorso	6	44
						Resistencia	1	45
Coco White	ZRE	NI2	TKY	<u>Coccineus</u>	F ₄	Resistencia Racimos largos+ resistencia	2 2	283 76
						Racimos largos	2	197
						Racimos largos+ estigma extrorso + arquitectura	1	14
NEP 2 G 04459 NI 565	CRA	NI 132 G 35315	RMN	<u>Coccineus</u>	F ₄	Estigma extrorso + resistencia	3	28
G 06388 NI 573 var.arborigeneus	BZL	NI 2 PI 176672	TKY	<u>Coccineus</u>	F ₄	Racimos largos Estigma extrorso + resistencia	2 8	21 98

6. Comparación de selecciones de plantas individuales en tres localizaciones en tierras altas

Los viveros interespecíficos del proyecto Gembloux se sembraron en tres estaciones experimentales en las tierras altas de Colombia: Popayán, Río Negro y Pasto. Cada vivero contenía entre 30 y 40 cruces diferentes en dos generaciones diferentes dependiendo de la disponibilidad de semilla. Se hizo una comparación entre las selecciones de plantas individuales F_2 y F_3 en las tres localidades.

En las poblaciones F_2 el porcentaje de plantas escogidas fué el mismo en Popayán y Río Negro pero más bajo en Pasto (Cuadro 48). El rendimiento promedio por planta fué 40% menor en Popayán y 70% menor en Pasto que en Río Negro.

Además se encontró un margen más amplio de combinaciones de características en Río Negro. Se seleccionaron 26 combinaciones diferentes de características en Río Negro, 12 en Pasto y 13 en Popayán. Una polinización cruzada muy activa junto con condiciones climáticas óptimas, aseguraron una alta fertilidad en Río Negro (ex: un promedio de 100 semillas/planta seleccionada con un estigma extrorso).

En Río Negro, Cargamanto x 88-1 produjo una serie de plantas sanas, combinando diferentes características tales como racimos largos con más de ocho nudos, alta fertilidad, precocidad o flor roja con resistencia y/o precocidad. Tanto en Popayán como en Río Negro, Riñón x 29 BK produjo numerosas plantas con racimos largos asociados con características de resistencia o arquitectónicas.

En Pasto, Riñón x 99-1 y Ecuador 299 x Piloy fueron los cruces más productivos y asociaron la resistencia con el rendimiento y la precocidad.

Muchas plantas exhibieron racimos con nudos nódulos (hasta 20) pero produjeron pocas vainas, eso es parcialmente debido a la competencia entre ellas. Solamente se escogieron plantas que demostraron alta fertilidad en racimos largos. En Río Negro y en Popayán, BAT 788 x Guate 909, Cargamanto x 88-1 y Riñón x 29 BK combinaron racimo largo con resistencia general a plagas y enfermedades. Pasto x G 35122 y Guate 1008 x Guate 909 mostraron esas mismas combinaciones de características en Pasto y Popayán. En Río Negro, San Martín x Guate 1259 presentó la combinación más interesante de estigma extrorso con racimos largos, el tipo de semilla, rendimiento, resistencia a enfermedades y características de arquitectura de la planta, mientras que Ecuador 299 x Piloy exhibió esas mismas características en Pasto.

Para las poblaciones F_3 los mejores resultados fueron obtenidos en Río Negro. Las plantas crecieron más vigorosas y fueron más fértiles, exhibiendo más características coccineus que en Popayán. En Pasto, siete asociaciones diferentes de características que no aparecieron en las otras estaciones fueron encontradas, especialmente en los progenies de San Martín x Piloy.

Las poblaciones mejor adaptadas a Pasto y Río Negro fueron: Mortiño x X7; Mortiño x 88-1; Ecuador 51 x 88-1; y Ecuador 51 X 46-1 (Cuadro 49).

Cuadro 48. Comparación de producción de semilla en Popayan, Río Negro y Pasto en poblaciones F₂.

Localización	No. de semillas sembradas	% de plantas seleccionadas	Total de semilla	No. promedio de semillas/planta seleccionada
Popayán	579	7	3,224	94
Río Negro	910	7	9,882	163
Pasto	807	5.5	2,207	49

Cuadro 49. Selecciones y semillas producidas en la F₃ en Río Negro y Pasto.

Progenitor	No. de semillas sembradas	% plantas seleccionadas	Número de semillas/planta seleccionada
<u>Río Negro</u>			
Mortiño x X7	788	12	150
Mortino x 88-1	300	7	143
Ecuador 51 x 88-1	230	10	181
Ecuador 51 x 46-1	40	6	203
<u>Pasto</u>			
Mortiño x X7	601	72	88
Mortiño x 88-1	180	9	91
Ecuador 51 x 88-1	190	11	131
Ecuador 51 x 46-1	40	7.5	84.3

Estos cruces tuvieron el rendimiento más alto por planta seleccionada y presentaron la diversidad más alta de características: 62 combinaciones de características en Río Negro, de las cuáles 22 involucraron flores rojas y 17 el estigma extrorso. En Pasto, se encontraron 5/ combinaciones, nueve con flores rojas y 11 con el estigma extrorso. El cuadro 50 da un ejemplo de las muchas asociaciones de características encontradas en Río Negro en una sola población F_3 de cruce entre Mortiño y X7.

Discusión. Cuando se evaluó la primera población interespecífica F_2 en Popayán al principio de 1982, se sospechó que la esterilidad de las plantas con flores rojas o un estigma extrorso era primordialmente genética. La polinización manual intensiva no mejoró la situación a través de dos semestres. Sin embargo en Río Negro, esas mismas progenies fueron muy fértiles y no se requirió polinización a mano. En esta localización tanto la actividad intensiva de los polinizadores, principalmente abejorros y abejas, y las condiciones climáticas favorables explicaron no solo la fertilidad de las plantas con flores rojas o con estigma extrorso sino también el vigor y la fertilidad excepcional de los otros híbridos, algunos de los cuáles soportaron pesadas cargas de vainas.

Una comparación de los resultados de las selecciones en la F_2 en Popayán y Río Negro muestra que el espectro de combinaciones de características es mucho más estrecho en la primera localización, lo cual reduce la ventaja de selecciones adicionales en un lugar favorable como Río Negro. Además, la esterilidad de algunas combinaciones de características en Popayán no puede ser explicada desde un punto de vista puramente genético. Los factores del medio ambiente deberían ser considerados responsables también.

En Pasto la variedad de combinaciones es algo estrecho pero ofrece combinaciones que no se encuentran en otras localizaciones al igual que la presión de patógenos tales como el añublo de halo y la roya.

7. Cruces interespecíficos de Phaseolus vulgaris con Phaseolus acutifolius

P. acutifolius es una especie reportada por tener un alto nivel de tolerancia a sequía, resistencia a CBB, roya, Empoasca y BGMV. Su cruce con P. vulgaris presenta un alto nivel de esterilidad en la F_1 . La facultad de Agronomía en Gembloux ha superado este problema duplicando el número de cromosomas del híbrido con colchicine. Se solicitaron dos cruces (G 4005 x Mortiño y G 40034 x Pico de Oro) para multiplicación y observación en el CIAT.

Para la mayoría de las características, los tetraploides se parecen a una planta vulgaris aunque difieren de progenitores vulgaris y acutifolius. Son volubles del tipo III pero determinado.

La floración comienza 32 días después de la siembra, similar al acutifolius, pero continúa durante 40 días aproximadamente. Los tetraploides son inmunes a CBB y la mayoría de ellos son muy resistentes a la roya. Se multiplicaron tres generaciones, en el invernadero y en

Cuadro 50. Combinaciones de características seleccionadas en una población F_3 de Mortiño x X7 (las cifras representan el número de plantas) en Río Negro, Colombia para las cuáles a = la flor roja coccineus, b = resistencia a enfermedades foliares en Río Negro (Ascochyta, antracnosis, roya, mildeo polvoroso, mancha foliar gris), c = estigma extrorso, d = precocidad de rendimiento, e = racimos largos, g = arquitectura.

	Combinaciones de características															
	a	b	ab	c	ac	d	e	de	f	af	g	fg	dgdt	abef	efg	total
Resistencia	4	16		6	1	9	1		5	3	1	1				47
Estigma			2	1			2	1	3	2		3				14
Flor roja				6					2			1			1	10
Racimo			1		4	1	2	1	4		1					14
Precocidad					1					2			1			4
Arquitectura						1			1					1	1	3
Total	4	16	3	13	6	11	5	2	15	7	2	5	1	1	1	92

el campo con buena producción de vainas. Actualmente, se está buscando un retorno al estado diploide.

Colaboración Internacional

Vivero de resistencia a la mosca blanca (*Ophiomyia phaseoli*)

Se enviaron una serie de cruces interespecíficos entre *Phaseolus vulgaris* y *P. coccineus* junto con sus progenitores *coccineus*, a AVRDC en Taiwan, para selección de plantas con resistencia a la mosca blanca (Cuadro 51).

G 35023, G 35075 (dos variedades de *P. coccineus* utilizadas como progenitores en los cruces interespecíficos), G 05478 y un cultivar local de *P. vulgaris* fueron sembrados en cuatro localizaciones en el centro y en el sur de Taiwan con el fin de probar su estabilidad de resistencia a la mosca blanca.

Cruces interespecíficos (F_2 , F_3 y F_4) fueron sembrados en una localización y cada planta fué decapitada en el punto de crecimiento después de que se abrieron completamente las hojas unifoliadas pero antes de que empezaran a emerger las hojas trifoliadas.

Esta decapitación dio como resultado la emergencia de dos o tres retoños laterales en las yemas auxiliares de hojas unifoliadas. En el momento de la evaluación se cortó una de estas ramas y se anotó la infestación de mosca blanca, contando el número de larvas y pupas alimentándose del tejido vegetal. El daño visible (galerías en el tallo) también fué anotado. En todas las localizaciones, G 35023 y G 35075 fueron altamente resistentes. En dos localizaciones la presión por población de mosca blanca fué tan alta que la mayoría de las plantas de G 05478 y del cultivar local murió mientras que las resistentes sobrevivieron.

La mayoría de los interespecíficos fueron tolerantes a la mosca blanca y varias entradas no mostraron señas de infestación. Todas las F_2 , F_3 y F_4 fueron poblaciones segregantes. Selecciones de plantas individuales se hicieron en cada cruce con la excepción de aquellas resultantes de BAT 450 x G 35075 que fueron susceptibles.

Se cosecharon las plantas y las semillas fueron devueltas al proyecto Gembloux en el CIAT para multiplicación.

La mosca blanca no ocurre en América Latina, así que, la estrategia es primero multiplicar la F_1 en Popayán, la F_2 en Palmira y luego enviar la semilla a AVRDC en Taiwan y a otros países que colaboran con el proyecto.

Trabajo colaborativo para determinar la resistencia a BGMV ha empezado este año con INIA-CIAGOC en México y CNPAF-EMBRAPA en Brasil. También se han enviado semillas al USDA en Washington, D.C. para selección y resistencia a pudrición radicular.

Cuadro 51. Cruces en que se ha detectado resistencia a la mosca blanca en F_2 , F_3 o F_4 en AVRDC, Taiwan.

Pasto X G 35122	X28-3-66 café x G 35023
Ecuador 299 x G 35122	BAT 450 k G 35075
(Morelos 662 x Ragally) x (Coryo x NI 289)	BAT 788 x G 35023
BAT 450 X G 35075	BAT 450 x 46-1
50609N-283 x G 35023	BAT 450 x G 35075
(60/s Pop x Nep 2) x G 35023	
BAT 93 x G 35023	

DESPLIEGE DE CARACTERES

América Central, la Costa de Mexico, Perú, el Caribe y Tipos de Grano Negro

En cuanto a los tipos de grano pequeño de color rojo o negro para América Central, la transición de un programa de selección y evaluación con base en Colombia hacia una actividad descentralizada, fué iniciada en 1981-82. Se completó el cambio en mayo de 1983 cuando científicos del CIAT y de programas nacionales se encontraron en un seminario para fitomejoradores con el fin de discutir los resultados y determinar un formato estable para los Viveros de Adaptación Pre-VEF (Figura 5). Varios resultados importantes ya son aparentes e implican algunos ajustes:

- Ya que la segunda época de siembra en América Central es la más importante en cuanto a la producción de frijol, se decidió sembrar los viveros de adaptación en agosto-septiembre.
- Honduras está sembrando el vivero en el sistema de relevo maíz-frijol y los datos provenientes de ese vivero sugieren que las interacciones de sistema de siembra por genotipo en relevo son más específicas en cuanto a localidad que lo esperado.
- Las variedades testigos de grano rojo y negro seleccionadas del mismo tipo de vivero, el año anterior, siguen comportandose bien y serán muy difíciles de superar.
- Los científicos de los programas nacionales están adquiriendo la habilidad de seleccionar entre los muchos candidatos, aquellos que son de más utilidad local.
- Se ha incrementado el interés local por los ensayos del VEF y EP, los cuales ahora son seleccionados dentro de la región.
- La calidad general del VEF ha mejorado, ahora que las entradas se seleccionan con base en los problemas locales y a partir de un amplio conjunto de genotipos.
- Se han derivado grandes beneficios ahora que los científicos locales evalúan la calidad del grano en generaciones tempranas.
- El uso de un control fijo, una escala flotante (para reacciones a enfermedades o adaptación) es lo más apropiado para hacer clasificaciones comparativas y subjetivas.
- Ahora se están dedicando más recursos del programa, con base en Palmira, a la preparación y envío de los viveros y al viaje con el fin de ayudar en su evaluación.
- En cuanto a los programas nacionales, el incremento en los compromisos de evaluación y selección deben ser balanceados con la promoción y el refinamiento del paquete tecnológico de líneas prometedoras ya existentes.

- Los requisitos de Cuba en cuanto al mejoramiento de variedades están bien atendidos por el Vivero de Adaptación Centroamericano.

En cuanto a los tipos de grano de color rojo y rojo moteado para los países del Caribe, los resultados del Vivero de Adaptación 82, sembrados en el Caribe, identificaron líneas superiores las cuáles fueron codificadas e incluídas en el VEF 83. Diferentes tipos de datos y diferentes factores limitantes fueron encontrados en cada localidad. También se llevó a cabo en el CIAT, en el mes de mayo, un seminario de investigadores en frijol del Caribe con el fin de definir mejor el interés y las preferencias de un Vivero de Adaptación similar al que ya está establecido en América Central. Como resultado, el Vivero de Adaptación 83-84 de tipos de grano del Caribe se distribuyó a 10 localidades en siete países.

Los problemas de ligamiento genética que complican la recombinación de resistencia al BCMV, del gene I dominante, con tipos de grano de color rojo y rojo moteado, han sido en su mayoría superados con el uso de líneas no convencionales tipo "Pompador chico" como progenitores, en cruces de granos rojo y rojo moteado para América Central y el Caribe.

A pesar de la gran diversidad entre sitio y sitio y la variación en las fechas de siembra en los ensayos de 1982, se codificó un grupo selecto de líneas que avanzó al VEF 83. Un pequeño grupo de ellas, que mostró amplia adaptación, fué multiplicado para más extensas evaluaciones en Haití. La República Dominicana y Jamaica también están evaluando esos materiales que fueron más promisorios en 1982. Una gama más amplia de colores de grano con resistencia a BCMV ya está disponible.

Con respecto a los Bayos y Canarios para las Costas del Pacífico del Perú y México, hay serias limitaciones al mejoramiento genético de estos tipos de grano debido al ligamiento de la resistencia a BCMV debida al gene I con el color más oscuro de grano (no aceptable en el mercado) como se explicó en el Informe Anual del Programa de Frijol, 1982. Se lograron avances significativos en 1983 principalmente debido al excelente programa de evaluación en campo para BCMV desarrollado en Chíncha, Perú. En esta localidad un gran número de plantas con resistencia dominante y/o recesiva fué seleccionado. Actualmente, se están evaluando estas selecciones como progenies, en Perú.

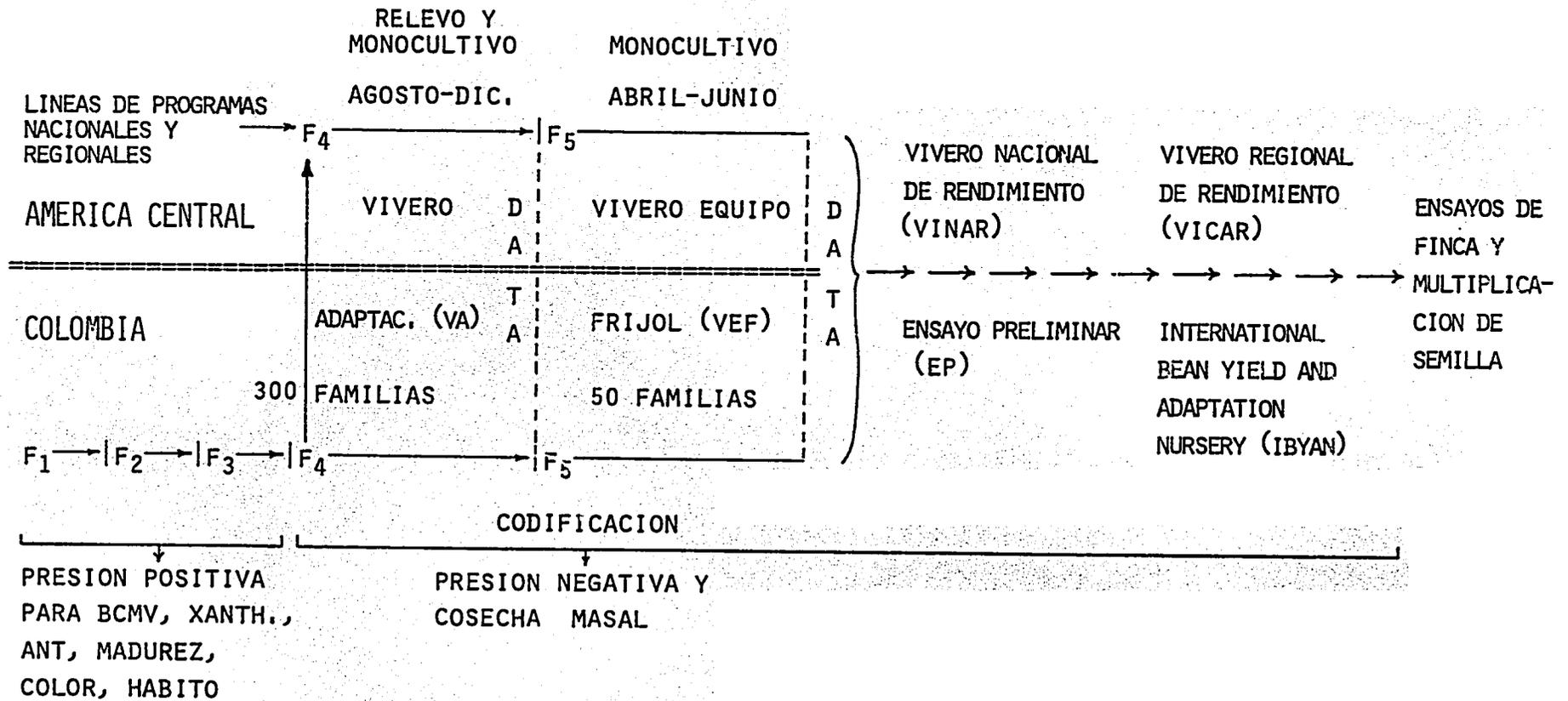
A finales de 1983 se estableció un Vivero de Adaptación Pre-VEF (a pesar de las características de grano relativamente pobres en la mayoría de las familias) con el fin de identificar progenitores de interés para los dos programas nacionales, ambos capaces de generar poblaciones híbridas. Debido a la importancia de la adaptación local en la selección de progenies para Perú y México, el Vivero de Adaptación Pre-VEF es particularmente valioso.

Un evento notable en 1983 fué el descubrimiento de progenies que contienen el gene I con un verdadero color Canario, originado de cruces de selecciones no-convencionales de rojo moteado con sus contrapartes de color Canario y Azutrado. Se está llevando a cabo el retrocruzamiento y el entre cruzamiento de estas líneas con el fin de aumentar el tamaño de grano lo más rápidamente posible.

Con respecto al mejoramiento genético de materiales para Chile, se hicieron cruces y retrocruces en un intento de combinar resistencia dominante a BCMV, protección recesiva a cepas que inducen necrosis, y resistencia a cepas suaves y virulentas de BYMV en tipos de grano importantes particularmente los de tamaño mediano de color blanco. La función del CIAT es la de facilitar progenitores, generar algunos de los híbridos necesarios y confirmar la reacción de resistencia a BCMV de las selecciones utilizadas como progenitores de cruces y retrocruces. Algunas progenies ya están acercándose al estatus de variedad, y la experiencia chilena, para seleccionar para BCMV, ha identificado fuentes de resistencia a BCMV, debida a genes recesivos, las cuáles también son útiles para los fitomejoradores de frijol en Africa.

Figura 5

FLUJO DEL VIVERO DE ADAPTACION DE PROGENIES EN GENERACIONES TEMPRANAS EN AMERICA CENTRAL Y EL CARIBE, Y SU INTEGRACION CON LA CONOCIDA SECUENCIA VEF→EP→IBYAN Y CONTRAPARTE VINAR→VICAR



Frijol no-negro para Brasil, México, Argentina, el Oeste de Asia y el Norte de Africa

Brasil

Considerando la disponibilidad de muchas líneas que han sido inadecuadamente evaluadas en Brasil en años anteriores, CNPAF y CIAT nuevamente trabajaron juntos intensamente en 1983 en Brasil. Una sequía severa en su quinto año consecutivo en los estados del noreste, como nordestes Bahía, Pernambuco, Alagoas y otros severamente impidió una evaluación completa y la utilización de las líneas Mulatinho cultivadas principalmente allí. Sin embargo, muchos avances se hicieron en la distribución de germoplasma y en la evaluación en las demás zonas de producción de frijol. Todo el germoplasma del CIAT se canalizó a través del CNPAF, Goiania, con evaluaciones subsecuentes a través del CAM (Campo de Avaluacao Multidisciplinar) en sitios claves y el EPR (Ensayo Preliminar de Rendimiento) empezó este año en todo Brasil.

Adicional a la estación de CNPAF en Capivara, Goias, el CAM fué sembrado en Irati, Paraná en un proyecto colaborativo de IAPAR, CNPAF y el CIAT. El sitio en Irati fué excelente en términos de evaluación de antracnosis, roya y CBB bacteriosis común en la época de lluvia (septiembre-diciembre) como también para mancha angular de la hoja en el verano (enero-mayo).

El CNPAF esta buscando un tercer sitio (el cual se necesita con urgencia) para el CAM en los estados del noreste, probablemente en Pernambuco, o Bahía. Un agrónomo, un patólogo y los fitomejoradores del CIAT se unieron a los científicos del CNPAF y de instituciones estatales en la evaluación y selección de material en el CAM y EPR en los estados de Goiás, Minas Gerais, Paraná, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, etc.

En los ensayos estatales en Goias, la línea A 295 de tipo de grano Jalinho se ha portado bien en los últimos dos años. De manera similar, en Minas Gerais, las líneas BAT 160 y BAT 332 (ambas tipos de grano Mulatinho) se encuentran en las etapas finales de evaluación. Las instituciones respectivas en ambos estados están multiplicando semilla básica de estas líneas para posibles recomendaciones varietales y lanzamientos oficiales en un futuro. Sin embargo, en el estado noreste de Pernambuco donde en 1982 las líneas A 301 y A 303 dieron un rendimiento significativo que superó los controles locales, una severa sequía ha impedido evaluaciones adicionales.

Se estima que en Brasil más del 80% del área de producción de frijol es sembrado con variedades mejoradas lanzadas en los últimos 20 años. Esencialmente, todas ellas son variedades arbustivas de grano pequeño de tipo II y III con un comportamiento estable y alto rendimiento. Estas variedades (Cariocá, Aroana, IPA I, IPA 74-19, Rico 23, Rio Tibagi, Rio Iguacu, Catú, Costa Rica, Cuba 168 N, etc.) aparte de tener resistencia a mas común BCMV y algo de tolerancia a suelos moderadamente ácidos, generalmente exhiben una reacción susceptible a tales enfermedades problemáticas como la antracnosis, bacteriosis común mancha angular, roya, mosaico dorado, etc.

Fríjol no-negro para Brasil, México, Argentina, el Oeste de Asia y el Norte de África

Brasil

Considerando la disponibilidad de muchas líneas que han sido inadecuadamente evaluadas en Brasil en años anteriores, CNPAF y CIAT nuevamente trabajaron juntos intensamente en 1983 en Brasil. Una sequía severa en su quinto año consecutivo en los estados del noreste, como nordestes Bahía, Pernambuco, Alagoas y otros severamente impidió una evaluación completa y la utilización de las líneas Mulatinho cultivadas principalmente allí. Sin embargo, muchos avances se hicieron en la distribución de germoplasma y en la evaluación en las demás zonas de producción de fríjol. Todo el germoplasma del CIAT se canalizó a través del CNPAF, Goiania, con evaluaciones subsecuentes a través del CAM (Campo de Avaluacao Multidisciplinar) en sitios claves y el EPR (Ensayo Preliminar de Rendimiento) empezó este año en todo Brasil.

Adicional a la estación de CNPAF en Capivara, Goias, el CAM fué sembrado en Irati, Paraná en un proyecto colaborativo de IAPAR, CNPAF y el CIAT. El sitio en Irati fué excelente en términos de evaluación de antracnosis, roya y CBB bacteriosis común en la época de lluvia (septiembre-diciembre) como también para mancha angular de la hoja en el verano (enero-mayo).

El CNPAF está buscando un tercer sitio (el cual se necesita con urgencia) para el CAM en los estados del noreste, probablemente en Pernambuco, o Bahía. Un agrónomo, un patólogo y los fitomejoradores del CIAT se unieron a los científicos del CNPAF y de instituciones estatales en la evaluación y selección de material en el CAM y EPR en los estados de Goiás, Minas Gerais, Paraná, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, etc.

En los ensayos estatales en Goias, la línea A 295 de tipo de grano Jalinho se ha portado bien en los últimos dos años. De manera similar, en Minas Gerais, las líneas BAT 160 y BAT 332 (ambas tipos de grano Mulatinho) se encuentran en las etapas finales de evaluación. Las instituciones respectivas en ambos estados están multiplicando semilla básica de estas líneas para posibles recomendaciones varietales y lanzamientos oficiales en un futuro. Sin embargo, en el estado noreste de Pernambuco donde en 1982 las líneas A 301 y A 303 dieron un rendimiento significativo que supero los controles locales, una severa sequía ha impedido evaluaciones adicionales.

Se estima que en Brasil más del 80% del área de producción de fríjol es sembrado con variedades mejoradas lanzadas en los últimos 20 años. Esencialmente, todas ellas son variedades arbustivas de grano pequeño de tipo II y III con un comportamiento estable y alto rendimiento. Estas variedades (Carioca, Aroana, IPA I, IPA 74-19, Rico 23, Rio Tibagi, Rio Iguacu, Catú, Costa Rica, Cuba 168 N, etc.) aparte de tener resistencia a mas comun BCMV y algo de tolerancia a suelos moderadamente ácidos, generalmente exhiben una reacción susceptible a tales enfermedades problemáticas como la antracnosis, bacteriosis común mancha angular, roya, mosaico dorado, etc.

En el Brasil, la bacteriosis común y la mancha angular difieren de aquellas razas que encontramos en otras partes de América Latina y varían de una parte a otra dentro del país. También se notó que en Brasil, las razas de antracnosis y mancha angular son más preocupantes y están más diseminadas que lo que previamente se pensó. En el norte de Paraná y en el triángulo de Minas Gerais, los agricultores desistieron de cultivar frijoles particularmente en el segundo semestre (en el verano de enero a mayo) debido a fuertes pérdidas causadas por el mosaico dorado.

Mientras que la producción de una cantidad adecuada de semilla de buena calidad es un gran impedimento en todo Brasil, la exitosa adopción de cualquier variedad nueva también dependerá de su superioridad en rendimiento total, nivel de resistencia a múltiples factores que minimizan pérdidas en rendimiento y costos de producción además de una estabilidad creciente de comportamiento. Los agricultores del Brasil son reacios a adoptar nuevas variedades solamente con base en tipos de grano atractivos y ventajas estacionales de rendimiento muchas veces condicionadas por la resistencia a problemas específicos.

Con más de 600 líneas todavía esperando ser incluidas en el EPR del 84-85, las nuevas líneas experimentales de frijol del CIAT no podrían ser utilizadas por el CNPAF sino hasta febrero 1985. La estrategia del CIAT en cuanto a mejoramiento de germoplasma por lo tanto, tuvo que ser re-examinado.

Como resultado, las actividades de fitomejoramiento para tipos de grano Brasileños fueron trasladados del CIAT-Palmira al CIAT-Quilichao debido a la similitud del suelo con el de las zonas de producción de frijol en gran parte de Brasil y a la mayor presión natural de bacteriosis común, allí. Además, se llevaron a cabo conversaciones con el CNPAF para desarrollar un programa conjunto de fitomejoramiento en el cual los fitomejoradores del CNPAF y del CIAT tomarán decisiones conjuntas que van desde la selección de progenitores y la determinación de combinaciones de híbridos hasta la selección final y codificación. En la ejecución del proyecto y en el manejo de poblaciones segregantes, se determinarán los puntos fuertes de ambas instituciones, las ventajas de sus medio-ambiente de siembra, etc. y la complementación en sus actividades investigativas.

Altiplano Mexicano

Tal como en 1982, se envió a INIA un vivero de adaptación (que incluía variedades testigo estándar) con 500 líneas, 30 poblaciones segregantes y más de 100 fuentes de resistencia a diferentes problemas de producción. Se sembró un conjunto de cada uno en las estaciones experimentales de INIA en CIAB-CAEJAL, Tepatitlán; CIANOC-CAEPAB, Aguas calientes; y CIANOC-CAE VAG, Victoria. Un agrónomo, un fitomejorador, un patólogo del CIAT y un científico de INIA participaron en la evaluación de estos materiales.

En un estudio independiente, patólogos del CIAT e INIA determinaron que más de 15 tipos de patógenos del hongo Colletotrichum lindemuthianum, agente causal de la antracnosis, se presentaron en un

solo campo en CIAB-CAEJAL, Tepatitlán, en la época de la siembra de 1982. Algunos de estos patógenos quebraron la resistencia de las líneas BAT 44 y BAT 841, consideradas previamente como resistentes a todos los tipos de antracnosis de América Latina y de otras partes del mundo. En todos los tres sitios, el comportamiento sobresaliente de las líneas obtenidas para Brasil fue notorio. Probablemente, esto se debió a su avanzado estado de mejoramiento, a la mejor tolerancia a suelos bajos en P, y a la combinación de resistencia a las enfermedades principales que ocurren allí.

El comportamiento de líneas tales como A 410, A 439 a A 445, A 321, A 322, etc. derivadas del cruce Carioca X G 2618 merece mención especial. Carioca es una variedad de Brasil ampliamente cultivada que tiene un nivel moderadamente alto de tolerancia a suelos ácidos. G 2618 es una accesión del banco de germoplasma del tipo de grano Bayo originado en el altiplano de México.

Aunque hay gran similitud de color de grano y en algunos casos de hábito de crecimiento entre las variedades cultivadas en Brasil y las que se dan en el altiplano Mexicano, las primeras son más pequeñas (22 vs. 35g/100 granos). Por lo tanto es dudoso, que una línea cualquiera del tipo de grano brasilero pudiera ser utilizada directamente para producción comercial en el altiplano mexicano. La mayoría de las líneas brasileras se están usando como progenitores en cruces que buscan la recuperación de su comportamiento y producción de semillas de tamaño mediano, con los colores apropiados para el altiplano Mexicano. Se espera que esto sera un proceso gradual ya que solamente hay un ciclo del cultivo/año en el altiplano.

La humedad abundante y las condiciones favorables para el cultivo en el altiplano mexicano cambiaron completamente el comportamiento general y la capacidad de rendimiento de las variedades criollas que se cultivan extensivamente allí. La mayoría eran vigorosas con guías largas y abundante producción de vainas (rendimiento estimado de aproximadamente 3.000 kg/ha) y generalmente estaban libres de enfermedades y plagas de insectos. Parece que aunque enfermedades como la antracnosis, la mancha foliar angular, la bacteriosis común, el añublo de halo, etc., podrían ser endémicas debido a la precipitación errática y escasa, pocas veces eran epidémicas. Además, el comportamiento de estabilidad y rendimiento mínimo de 500 kg/ha/año era más importante que el mejoramiento para potencial de alto rendimiento. Por lo tanto, se debe dar mayor énfasis al fitomejoramiento de variedades precoces con alta tolerancia a sequía y a suelos bajos en P junto con resistencias deseables a enfermedades y plagas de insectos.

La adaptación de las variedades volubles de frijol ej. Garbancillo Zarco, Cejita, Rosa de Castilla, Conejo, Frijola, y Cachuate Criollo, bajo condiciones colombianas y vice-versa presenta un problema más serio de fitomejoramiento que la incorporación de resistencia a enfermedades específicas y a plagas de insectos. Como resultado, los investigadores de frijol de INIA y del CIAT acordaron separar y seleccionar dentro de poblaciones híbridas en generación temprana (F_2 a F_4) en el altiplano mexicano.

La mayoría de los cruces se harán en el CIAT con base en el comportamiento de los progenitores tanto en México como en Colombia y teniendo en cuenta otras características deseables tales como resistencia a enfermedades y a plagas de insectos. Las subsecuentes generaciones serán avanzadas en el CIAT, donde se obtienen tres o cuatro cultivos/año, preseleccionando por tamaño de la semilla y color, resistencia a mosaico común, bacteriosis común, bajo P, etc. Sin embargo, la combinación de la resistencia por medio del gene I a mosaico común en los tipos Flor de Mayo y Garbancillo parece ser problemática. Por lo tanto, se le dará más énfasis a la incorporación de resistencia condicionada por genes recesivos ej. bc_3 .

Argentina, el Oeste de Asia y el Norte de África

Argentina es el tercer país en América Latina en cuanto a producción de frijol y la mayor parte de esta producción es del tipo de Alubia-blanca grande. A partir del primer viaje de investigación a la Argentina en 1981 los miembros del equipo de frijol del CIAT notaron la severidad y multiplicidad de problemas ampliamente difundidos de la producción de frijol (ej, mosaico común, bacteriosis común, moteado clorótico, antracnosis, mancha angular), y ésta fué la razón por la cual se emprendió seriamente la mejora genética del frijol Alubia en el CIAT. Desde ese entonces, proyectos colaborativos para desarrollo de germoplasma y evaluación, han funcionado bien con EEAOC, Tucumán, y con dos estaciones experimentales de INTA en Cerrillos, Salta y Famailla en Tucumán. Casi todos los científicos de frijol que trabajan en estas instituciones y en otras partes de Argentina han sido capacitados en el CIAT.

En estos últimos tres años se le ha dado énfasis primordial a la evaluación de germoplasma en sitios claves en las cuatro provincias más importantes de producción de frijol del noroeste de Argentina (Tucumán, Salta, Santiago de Estero y Jujuy) con el fin de identificar líneas de progenitores que tengan fuentes de resistencia a factores limitantes de producción y para la hibridización. Adicionalmente, se han suministrado poblaciones híbridas segregantes y familias en generaciones tempranas (F_3 a F_5) cada año a estas tres instituciones. Actualmente, EEAOC-Tucumán, INTA-Salta, e INTA-Famailla tienen cada una un programa activo en el mejoramiento del frijol Alubia. Los científicos en cada una de estas instituciones gradualmente han comenzado su propio programa de hibridización de germoplasma suministrado en su mayoría por el CIAT.

En 1983, un vivero de adaptación de 526 familias en las generaciones F_4 a F_5 y fuentes de resistencia, fueron enviados para evaluación a sitios claves en cuatro estados. Un patólogo y un fitomejorador del CIAT se unieron a científicos de frijol argentinos para las evaluaciones en esos viveros. Se observaron en muchas familias altos niveles de la muy necesitada resistencia al moteado clorótico, bacteriosis común, antracnosis, y mancha angular. (Todos los materiales fueron examinados previamente para mosaico común en el CIAT). Las familias promisorias en cada sitio fueron marcadas para selecciones de plantas individuales al cosecharlas. EEAOC e INTA-Famailla produjeron aproximadamente 200 selecciones cada una, en invernaderos plásticos con

calefacción durante el invierno y multiplicaron su semilla en la primavera siguiente.

Mientras tanto, se realizó una evaluación y selección similar en CIAT-Palmira para bacteriosis común, mancha angular, mosaico común y antracnosis- las últimas dos enfermedades bajo condiciones controladas en el invernadero. Un fitomejorador de EEACC (quien estuvo cuatro meses en el CIAT) participó en la evaluación y selección de estos materiales. Los mejores de estos (aproximadamente 250) se incluirán en un vivero de adaptación para exámenes multilocacionales en Argentina y Colombia en 1984.

Aunque es fácil combinar la resistencia a las principales enfermedades en corto tiempo, ha sido difícil obtener líneas con tipos de granos grandes (50 g/100 granos) blancos y brillantes de Alubia con resistencias deseables, ya que la mayoría de los factores, tuvieron que obtenerse de progenitores con grano pequeño.

Se espera que la mayoría de los materiales mejorados para Argentina servirán igualmente para el Oeste de Asia y los países del Norte de Africa cuyos requerimientos de frijol son similares. Sin embargo, la resistencia a problemas específicos no comunes en Argentina ej. mosaico amarillo, añublo de halo, mosca blanca, etc., tendrá que ser incorporada adicionalmente según las necesidades. Durante el seminario en ICARDA en mayo se hicieron contactos preliminares para el intercambio de germoplasma y se iniciaron proyectos colaborativos con los participantes de muchos países de la región. Un fitomejorador de Egipto pasó tres meses en el CIAT y regresó a su país con germoplasma seleccionado. Se espera que esta actividad se aumentará gradualmente en el futuro con Turquía, Irán, España, República Árabe de Yemen, Sudán, Pakistán, Grecia, etc.

En cuanto a frijol negro, líneas mejoradas fueron introducidas por medio del 1BYAN y subsecuentemente evaluadas en forma extensiva. La multiplicación de semilla y la adopción de parte de los agricultores ha sido rápida en Argentina donde, en menos de cuatro años después de su introducción al país, las líneas DOR 41, BAT 76, BAT 448, y BAT 304 ocuparán más de 30,000 ha en 1984. Cada una de estas nuevas variedades tiene por lo menos una ventaja en rendimiento de 50% por encima de la variedad local Negro Común.

Zona Andina y el Este de Africa

Mejoramiento genético para la Zona Andina

El mejoramiento de cultivares para la zona Andina involucra proyectos colaborativos con los programas nacionales de Colombia, Ecuador y Perú y está concentrado en dos localidades en cada país. De Norte a Sur, éstas son: La Selva, Obonuco (ICA, Colombia); Santa Catalina, Cuenca (INIAP, Ecuador); Cajabamba, Cusco (INIPA, Perú). Los fitomejoradores de cada uno de estos países se encontraron en el CIAT para un seminario en diciembre de 1983 con el fin de discutir los avances logrados, revisar la metodología de mejoramiento y evaluar los viveros en el campo, en Colombia.

Adicionalmente a las pruebas IBYAN, fueron distribuidos a todas las localidades, viveros de mejoramiento consistentes de bloques de cruzamiento, generaciones segregantes y líneas avanzadas (VEF). Se prepararon los viveros individualmente para cada sitio, según las necesidades locales (Cuadro 52). Además, se hicieron muchos cruces en el CIAT entre cultivares de cada país y germoplasma mejorado. En muchos casos estos cruces fueron solicitados específicamente por un programa nacional.

Un procedimiento de mejoramiento en masa, incluyendo selección masal por tipo de grano, permite que estos cruces avancen rápidamente a la generación F_4 y sean distribuidos a los programas relevantes como poblaciones segregantes para su selección local. Las líneas avanzadas provenientes de selecciones locales entran al vivero VEF, el cual está disponible para pruebas en toda la región, permitiendo así el libre intercambio de materiales mejorados, y su evaluación sobre un campo ecológico más amplio.

Colombia

Además de los viveros distribuidos internacionalmente (mostrados en el Cuadro 52) se está llevando a cabo un programa colaborativo de mejoramiento con el ICA en La Selva y Obonuco involucrando todas las generaciones de selección. Como resultado del proyecto colaborativo en La Selva se lanzó el cultivar ICA Llanogrande en 1982. Se produjo aproximadamente una tonelada de semilla básica en La Selva en 1983, y toda la semilla certificada (aproximadamente cuatro toneladas) la vendió el ICA.

En pruebas a nivel de finca llevadas a cabo en la región, la línea de frijol voluble, La Selva-1, que fué seleccionada de un cruce hecho por el ICA, de México 235 y Bola Roja, sigue siendo promisorio ya que es resistente a la antracnosis, tolerante a baja fertilidad del suelo, y tiene un tipo de grano similar a Cargamanto, el cultivar local. Se está produciendo semilla para multiplicación de esta y otras tres líneas promisorias en 1983.

Una línea precoz de frijol voluble del tipo de grano de Cargamanto, V-6/85-325-M-M (ahora recodificada como ZAV 83102) muestra resultados promisorios en la región cafetera (1.500 a 2.000 msl) pero es inestable en pruebas a nivel de finca en Antioquia por encima de los 2.000 msl. Es el resultado de un cruce entre un cultivar Colombiano CUN-96 y AB-136, una fuente de resistencia a la mayoría de las razas de antracnosis. Otra línea precoz, con el tipo de grano Liborino, V-5783-38-M-M (recodificada como ZAV 83101) es el resultado de un cruce entre Cargamanto y Guanajuato 22 de México (como fuente de resistencia a antracnosis), la cual es altamente promisorio para la región.

Un total de 426 líneas pre-VEF fué evaluado en La Selva en 1983, para seleccionar líneas avanzadas para 1984. Todos los materiales nuevos son resistentes en el campo a antracnosis, y se está aplicando ahora presión de selección para aumentar el nivel de resistencia a Ascochyta en materiales con aceptación comercial.

En Obonuco, también se concentró el trabajo en los tipos volubles los cuales predominantemente se cultivan con maíz. El frijol seleccionado en Obonuco es para las tierras altas de los Andes, por encima de los 2.500 msnm. La selección del germoplasma E 605, proveniente de la colección ecuatoriana tiene un tipo de grano virtualmente igual al de Mortino (el cultivar local), pero es más precoz y significativamente más rendidor (46%) según los resultados de pruebas a nivel de finca en el distrito de Ipiates. Goza de resistencia intermedia a la antracnosis. Adicionalmente, resultados promisorios a nivel de finca han sido logrados con las líneas mejoradas ICA 32980 m(4)-ma-mb-1-41, recodificada como TIB 25-41 y 32980-m(4)-ma-mb-a-44.

Se produjo aproximadamente 500 kg de semilla básica de E 605 y de ICA Llanogrande en Obonuco en 1983. ICA Llanogrande no es apropiado para altitudes superiores a los 2.500 msnm. a no ser que sea sembrado a una densidad relativamente alta (ocho plantas/m²) y con un cultivar precoz de maíz (ej. Cundinamarca 431) según los resultados de un ensayo con 10 cultivares de frijol y tres cultivares de maíz. Por otra parte, E 605 responde mejor a un tipo de maíz más alto y más tardío (ej. MB-521) semejante al tipo de maíz más típicamente cultivado en la región.

Se produjeron en Obonuco en 1983 aproximadamente 100 kg. de semilla para multiplicación de las líneas arbustivas promisorias de frijol, L-33462 y L-33411. Adicionalmente a los materiales mostrados en el Cuadro 52, se ha emprendido la selección con 132 líneas Pre-VEF en Obonuco en un ensayo de rendimiento preliminar y en viveros de observación fuera de la estación experimental.

Ecuador

Se hizo un total de 77 cruces con cultivares ecuatorianos en 1983. Los cultivares típicos volubles incluyen Bolon Rojo y Bolón Bayo; los cultivares arbustivos y semi-volubles incluyen Cargabello y Shaya. El frijol voluble se cultiva con maíz y el arbustivo se cultiva en monocultivo.

De la evaluación de los bloques de cruzamiento en 1983A, se solicitaron gran número de cruces los cuáles fueron hechos en Popayán y Obonuco. Los progenitores seleccionados incluyeron E 4, E 521, E 605, E 1253, VRB 81057. De los envíos previos de materiales volubles segregantes, las selecciones locales de V-5797, V-6800 y L-20902 significativamente sobre pasaron en rendimiento a los controles y se están evaluando actualmente en siete localidades.

Una selección del germoplasma Ecuatoriano (E 1056, ICA Llanogrande en Colombia) está también bajo consideración para lanzamiento en Ecuador. Esta línea reemplazaría a Shaya, sobre la cual tiene una ventaja en rendimiento del 130% en ensayos en estaciones experimentales. La justificación para el lanzamiento de la variedad incluye la necesidad de tener un frijol de más alto rendimiento y con resistencia a la antracnosis para asociación con los nuevos cultivares de maíz más precoces. En 1983 se produjo aproximadamente 75 kg de semilla de E 1056.

Las líneas arbustivas más prometedoras han sido ICA Guali (localmente conocida como E 101), E 1486 y Línea 24, pero un ensayo de rendimiento de líneas avanzadas del VEF 83 reveló algunas nuevas líneas promisorias : PVAD-142, PVAD-1426, PVAD-1427, y A 36 las cuáles se están evaluando en cuatro localidades

Perú

Se hizo un total de 132 cruces con cultivares Andinos de Perú. El cultivar principal en el departamento norteño de Cajamarca es Blanco Caballero, un fríjol voluble cultivado con maíz, mientras que en el departamento sureño de Cuzco, Amarillo Gigante es el principal cultivar voluble y Red Kidney y Panamito son los cultivares arbustivos principales.

Como resultado de trabajos colaborativos en Cajabamba, un nuevo cultivar voluble Gloriabamba (accesión G2829 del CIAT) fué seleccionado y nombrado en 1982. Otras líneas promisorias incluyen G 3366, G 5653 (Ecuador 299) y E 1056. Todas son resistentes a la antracnosis, pero se requiere resistencia mejorada a la Ascochyta. De 150 materiales segregantes en F₄ originados de cruces hechos en el CIAT, se han seleccionado en Cajabamba algunas líneas promisorias de fríjol voluble con resistencia mejorada a Ascochyta y antracnosis. Estas incluyen las siguientes: Ancash 143 X E 1056, Compuesto 11 x G 2641 y Ancash 143 X G 2641.

En Cusco el añublo de halo reemplaza a la Ascochyta en importancia después de la antracnosis. Las líneas volubles promisorias incluyen a Puebla 444 (G 3410) y Gloriabamba. El fríjol arbustivo, sin embargo, es más importante, y las mejores de este tipo incluyen ICA Palmar y Red Kloud, ambas con resistencia intermedia a la antracnosis y al añublo de halo. Otras líneas promisorias incluyen a Ancash 66 (G 4727), ICA Tundama, Nariño 20 (G 12666), y BAT 1222. Del tipo Panamito, BAT 338, BAT 482 y BAT 1061 son promisorias.

El Este de Africa

Los trabajos colaborativos en Africa comenzaron en 1976 con el envío de las pruebas IBYAN a un número creciente de localizaciones. De los fríjoles arbustivos de grano rojo pequeño, BAT 41 (lanzado como Revolución 79 en Nicaragua) y A 21 han sido consistentemente superiores a los controles locales en Rwanda, Zaire, Uganda y Tanzania. Con los tipos rojo moteado, ha habido menos consistencia en sus resultados pero BAT 1296 y BAT 1297 han sido superiores sobre el mejor testigo local en varias localidades (Cuadro 53). En el cuadro 54, los resultados de las series de tipos rojo moteado no indican ninguna superioridad consistente aunque BAT 1253 y BAT 1254 parecen promisorias en Chipata, Zambia, y XAN 43 en Big Bend, Swaziland. De los blancos pequeños, BAT 1061 y BAT 1198 son los mejores en Etiopía y Sur Africa (Cuadro 55). En Zimbabwe y Swaziland, buenos resultados se han obtenido con las líneas de color crema BAT 561, A 79, A 67 y XAN 66.

Los envíos de materiales de mejoramiento a Africa aumentaron fuertemente en 1983 (Cuadro 56). Muchos programas han solicitado bloques

de cruzamiento para evaluación bajo condiciones locales y con el fin de proveer fuentes de resistencia a factores específicos. Algunos materiales segregantes se han enviado a Rwanda donde está el primer científico del CIAT enviado al Africa; y a Tanzania, como resultado de las visitas de capacitación al CIAT de científicos de Tanzania en colaboración con el proyecto Título XII. Considerables números de líneas avanzadas del vivero VEF 83 han sido seleccionadas según las necesidades de cada localidad.

El número de híbridos hecho en el CIAT se presenta en el Cuadro 57. Se han listado según los proyectos o el país de origen del progenitor femenino o progenitor recurrente. Algunos de estos cruces fueron solicitados específicamente por países colaboradores. Serán avanzados a la F_4 y enviados como poblaciones masales a los programas interesados.
⁴En muchas partes de Africa, las cepas necróticas de BCMV limitan la utilidad de los materiales que solamente contienen el gene dominante I de resistencia. Se está llevando a cabo un programa activo de hibridación para incorporar otras fuentes de resistencia. Fuentes de gene bc-2² tales como Red Mexican UI 35 y Great Northern 31 y del gene bc-3 tales como Don Timoteo, se están usando extensivamente. Además se está investigando la posibilidad de otros mecanismos de resistencia en el campo en Rwanda.

La mosca del fríjol (Ophiomya) es posiblemente el problema más importante y fuentes de resistencia ya identificadas en Africa y Taiwan se están cruzando con cultivares Africanos con el fin de evaluarlos en el proyecto colaborativo Título XII en Tanzania.

La mancha angular también aparece mucho en Africa y una resistencia útil ha sido identificada en A 240 y A 152.

El añublo de halo es importante en algunas áreas y Montcalm y Mecosta han mostrado buena resistencia y satisfactoria adaptación en Lyamungu, Tanzania.

El fríjol voluble es importante principalmente en Rwanda y Burundi donde V 79116 y G 6977 han sido identificados como superiores en Rubona, Rwanda; y Ecuador 299, Ecuador 131 y E 1056 en Kisozi, Burundi.

Diacol Calima ha sido lanzado en Burundi y grandes cantidades de semilla certificada ya están disponibles.

Nuevas líneas avanzadas del VEF 83 fueron evaluadas en la estación experimental de Mosso y varias de ellas, del tipo Calima, parecen promisorias. Algunas de estas (ej. PVAD - 1312, PVAD - 1362) son de hábito II y posiblemente competirán mejor en mezclas varietales que el Diacol Calima.

Habichuelas

En el CIAT se hizo un total de 112 cruces en 1983, muchos de los cuáles involucraron cruces de cultivares de habichuelas con líneas

mejoradas de grano seco. El objetivo de estos cruces fué incorporar la resistencia mejorada a enfermedades del fríjol de grano seco a las habichuelas, la mayoría de las cuáles son muy susceptibles a la roya y a otros patógenos. Además, muchas poblaciones segregantes de tipo arbustivo se recibieron de la Universidad del Estado de Washington, EEUU. Esta colaboración ha avanzado la selección de habichuelas arbustivas, adaptadas al trópico y con resistencia mejorada a la roya, el mildew polvoroso y a CBB. Las vainas de más alta calidad tienden a estar asociadas con susceptibilidad a enfermedades, pero algunas líneas avanzadas ahora en F_6 , muestran combinaciones promisorias de calidad de vaina, resistencia a enfermedades y rendimiento (Cuadro 58). Los progenitores de las líneas más promisorias incluyen Olivade, Tendergreen, Tempo y Bountiful. Se ha dado énfasis al tipo de vaina redonda sin fibra, pero nuevos cruces han incluido el tipo de vaina plana y algunos tipos de vainas de menor calidad pueden ser apropiados en algunas áreas para un doble propósito de producción de habichuelas y grano seco.

También se han obtenido avances en tipos volubles en líneas F_6 que combinan la calidad satisfactoria de la vaina con resistencia mejorada a enfermedades y con rendimiento superior (Cuadro 59). Los progenitores principales de habichuelas volubles han sido Pole Blue Lake (G 8992) y una accesión Mexicana P.I. 263596 (G 1040). Ambos son del tipo de vaina redonda sin fibra. De los tipos de vaina plana, el White Stokboon (G 10053) ha sido uno de los mejores progenitores. Del fríjol de grano seco donante de resistencia y rendimiento, los mejores han sido V 7920 y VRB 81047. En la mayoría de los cruces con éstos, la calidad de la vaina ha sufrido pero será recuperada con más inter cruzamiento.

Los primeros viveros internacionales de habichuelas, incluyendo materiales segregantes, fueron enviados a Egipto, Chile y Argentina en 1983.

Cuadro 52. Despachos de materiales de fitomejoramiento de fríjol a la zona Andina en 1983. A = Marzo, B = Septiembre.

	<u>Bloques de cruzamiento</u>		Materiales segregantes (F ₄ en masa)		Líneas avanzadas (VEF)	
<u>Colombia</u>						
La Selva	-	352	-	38	-	57
Obonuco	-	224	-	167	-	54
<u>Ecuador</u>						
Santa Catalina	-	240	-	185	-	118
Cuenca	467	404	-	337	-	82
<u>Perú</u>						
Cajabamba	-	218	-	176	-	136
Cusco	467	208	-	203	-	158

Cuadro 53. Rendimiento en kg/ha de líneas rojo moteadas del IBYAN en Africa.

Localización y rendimiento						
Líneas	Burundi		Rwanda		Zaire	
	Kisozi	Mosso	Rubona	Karama	Rwerere	Mucungu
L 22	629	1,392	1,299	1,563	2,608	1,083
L 23	662	1,368	1,212	1,358	2,993	912
L 24	396	1,392	1,132	1,076	2,783	1,101
BAT 1230	537	1,481	1,193	1,462	2,219	041
BAT 1296	1049	1,304	1,153	1,544	2,569	617
BAT 1297	613	1,732	1,427	1,639	2,177	1,062
Mejor testigo local y su rendimiento	Dore de Kirundo	Karama 1/2	Tostado	Bataaf	Tostado	Nyagosi
	1,290	1,832	1,177	1,635	3,045	1,192
LSD	259	425	353	462	416	355
	<u>Sud Africa</u> Delmas	<u>Togo</u> Sotouboua	<u>Mauritio</u> Beau Bassin	<u>Tanzania</u> Morogoro	<u>Zimbabwe</u> Chiredzi	Gwebi
L 22	1857	156	1037	1501*	2082	2206*
L 23	2038	0	993	824	2068	2135
L 24	1872	286	903	854	2069	1771*
BAT 1230	1616	660	980	868	2168	2292*
BAT 1297	1853	1589	1212	1043	1981	2406
Mejor testigo local y Rendimiento	Bonus	Bassar	Local red	Selian Wonder	Natal Sugar	Canadian Wonder
	2460	625	885	976	2177	1087
LSD	335	587	152			

116

Cuadro 54. Rendimiento en kg/ha de líneas rojo moteadas de IBYAN en Africa.

Líneas	Localización y rendimiento					Pro me dio	
	Zambia		Tanzania		Swaziland		
	Chipata	Misanfu	Uyole	Big Bend	Malkerns		
A 1/9	311	83	1,769	527	1,015	741	
L 24	439	167	2,117	622	776	824	
XAN 43	392	177	1,972	1,816	875	1,046	
BAT 1253	892*	330	2,680	1,162	751	1,163	
BAT 1254	825*	206	2,856	994	862	1,149	
BAT 1276	368	133	1,730	756	489	695	
Mejor control local	Misamfu Speckled Sugar	Misamfu Speckled Sugar	Kabanima	Speckled Sugar	White Canning		
Rendimiento	469	318	3065	1,195	1,011	1,212	
LSD	280	179	445	512	296		

117

Cuadro 55. Rendimiento en kg/ha de líneas de granos pequeños y blancos de IBYAN en Africa.

	Localidad y rendimiento		
	Etiopía		Sud Africa
	Debrezeit	Addis Ababa	Delmas
BAT 38	1,744	333	2,210
BAT 482	1,935	496	-
BAT 1061	2,168	369	2,296
BAT 1198	2,240	258	2,585
BAT 1257	1,869	289	2,378
BAT 1280	1,797	183	2,200
BAT 1281	2,112	374	-
EX RICO 23	1,792	129	2,448
78-0374	1,912	176	2,237
Mejor control local	México 142	México 142	Nep 2
y rendimiento	1651	206	2,985
LSD	451	241	360

Cuadro 56. Materiales del programa de fitomejoramiento despachados a Africa en 1983.

Localidades	Bloques de cruzamientos		Materiales segregantes		Líneas avanzadas	
	1983A	1983B	1983A	1983B	1983A	1983B
<u>Etiopía</u>	60	198	-	-	-	-
<u>Rwanda</u>						
Kubona	467	454	-	186	-	150
kwerere	-	-	-	37	97	150
<u>Burundi</u>						
Mosso	-	15	-	-	399	30
Kisozi	-	54	-	-	-	-
L' Imbo	-	15	-	-	-	-
<u>Kenya</u>	-	65	-	-	-	-
<u>Tanzania</u>						
Lyamungu	467	-	-	-	-	-
Morogoro	-	-	-	-	100	-
Uyole	-	133	-	142	268	105
<u>Malawi</u>	-	-	-	-	131	185
<u>Zambia</u>						
Chipata	467	-	-	-	131	-
Lucheche	-	141	-	-	-	185
<u>Zimbabwe</u>						
Harare	-	-	-	-	131	185
Chiredzi	-	-	-	-	-	185
<u>Swaziland</u>	-	64	-	-	-	35

Cuadro 57. Número de cruces en el campo en 1983B hechas para condiciones africanas y presentados según el proyecto o el país de origen del progenitor femenino o el progenitor recurrente.

<u>Proyecto</u>	<u>Generación</u>			<u>Total</u>
	<u>F₁</u>	<u>F₂</u>	<u>F₃</u>	
	<u>No. de cruces</u>			
Añublo de halo	42	10	28	80
<u>Ascochyta</u>	28	20	29	77
Mosca del frijol	10	-	-	10
Gorgojo	9	17	27	53
Habichuela	92	3	17	112
<u>País de Origen</u>				
Burundi	8	-	-	8
Kenya	17	9	5	31
Malawi	21	2	21	44
Zimbabwe	6	-	-	6
Rwanda	16	-	1	17
Tanzania	69	8	8	85
Uganda	19	-	-	19
Zambia	14	-	2	16

Cuadro 58. Evaluaciones de selecciones promisorias de habichuelas arbustivas en una escala de 1 a 5, en la que 1.0 es excelente.

Generación	Código	Selección	Hábito de crecimiento	Roya	Mildeo polvoroso	Calidad de la vaina	Eficiencia de rendimiento
F ₅	QC-23	-11	I	2.0	2.0	1.0	2.5
F ₅	QC-95	-17-15	I	1.0	2.0	1.0	3.0
F ₅	QC-95	-17-12	I	1.5	2.5	1.0	3.0
F ₆	QC-2579	-12	I	1.0	2.0	1.0	2.0
F ₆	QC-2579	-110	I	1.0	2.0	1.0	2.0
F ₆	QC-2579	-116	I	2.0	2.0	1.0	2.0

Cuadro 59. Selecciones promisorias de habichuelas tipo voluble. Las evaluaciones para todas las características, aparecen en una escala de 1 a 5 en la que 1.0 es excelente.

Generación	Código	Selección	Hábito de crecimiento	Roya	Calidad de vaina	Eficiencia de rendimiento
F ₆	QC-9110	-19	IVA	2.5	1.0	2.0
F ₆	QC-9101	-16	IVA	3.0	1.0	2.5
F ₆	QC-9101	-111	IVA	3.0	1.0	2.5
F ₆	QC-9102	-11	IVA	3.0	1.0	2.5
F ₆	QC-9110	-16	IVA	3.0	1.0	2.5
F ₆	QC-9111	-14	IVA	3.0	1.0	2.5

EVALUACION EN VIVEROS UNIFORMES

Como se mencionó en el Informe Anual del Programa de Frijol de 1982, el sistema de tres fases para la evaluación y distribución de líneas experimentales ha sido ampliado. Cada una de las tres fases, VEF, EP e IBYAN dura ahora un año completo.

El material genético analizado en los tres viveros fue el siguiente: 1.385 entradas en el VEF 83; 304 entradas en el EP 82 y 140 entradas en el IBYAN 83.

VEF: VIVERO DEL EQUIPO DE FRIJOL

Las 1.385 entradas del VEF 83 fueron distribuidas en 12 grupos (Cuadro 60).

Cuadro 60 : Distribución de las 1.385 entradas del VEF 83.

No. de grupo	Hábito de crecimiento	Identificación del grupo	No. de entradas
10	Arbustivo	Grano negro, pequeño	115
20	Arbustivo	Grano rojo, pequeño	196
25	Arbustivo	Rojo moteado, mediano/grande	448
30	Arbustivo	Blanco moteado, pequeño	59
35	Arbustivo	Blanco, grande	35
40	Arbustivo	Costa del Pacífico S y N	14
45	Arbustivo	Altiplano de México	132
50	Arbustivo	Brasil	148
60	Voluble	Negro, clima cálido	19
70	Voluble	Rojo, clima cálido	45
80	Voluble	Colores claros, clima cálido	112
85	Voluble	Colores claros, clima frío	62

El grupo rojo moteado parece mayor pero este grupo incluye materiales para el Caribe, las tierras altas de los Andes y el Este Africa. Los números reflejan bien la necesidad de tipos específicos en áreas donde se cultiva frijol. El Cuadro 61 muestra el número y la proporción de entradas de frijol dentro de cada grupo básico mostrando diferentes hábitos de crecimiento.

Con respecto a madurez, la variabilidad fué menor de lo esperado. En la mayoría de los grupos la mayoría de los materiales alcanzaron madurez fisiológica entre los 73 y 78 días. Ningún material maduró en menos de 70 o más de 83 días (Cuadro 62).

Los datos de rendimiento para el VEF se calcularon como si provinieran de lotes de 5.0m² y 10.0m² en el primer y segundo semestres, respectivamente, aunque en realidad los datos fueron tomados de lotes de 4.8 y 9.6 m². Solamente se utilizó grano sano y limpio en estos cálculos. Se tomaron estas medidas para compensar por los estimativos de rendimiento basados en lotes individuales pequeños. El Cuadro 63 muestra los materiales sobresalientes en cada grupo en el experimento sembrado en CIAT - Palmira durante el primer semestre de 1983. Los rendimientos parecen altos porque fueron calculados de lotes pequeños pero el comportamiento superando al mejor testigo fué claro en todos los grupos con la excepción de los rojos moteados.

Las principales enfermedades evaluadas en el VEF 83 fueron roya y bacteriosis común en Palmira, y antracnosis, mancha angular y Ascochita en Popayán. Muchas entradas fueron resistentes a roya, antracnosis o a mancha angular pero pocos fueron resistentes a antracnosis y Ascochita.

EP: Ensayo Preliminar de Rendimiento

Como se mencionó previamente, el Programa de Frijol cambió su esquema de evaluación de germoplasma en los viveros EP y VEF, extendiendo el período de evaluación de seis meses a un año para cada vivero. Por ese motivo, el EP 82 fué evaluado de enero 1982 a diciembre 1983 a través de cuatro semestres en Palmira y tres en Popayán. Los resultados parciales fueron presentados en el Informe Anual del Programa de Frijol.

Un total de 304 entradas fueron incluidas en el vivero EP 82. Cuando las evaluaciones se repitieron en 1983, aproximadamente 150 líneas fueron evaluadas, eliminando material obviamente inferior.

Se separaron las entradas en 14 grupos según tamaño del grano, color y los hábitos de crecimiento del frijol arbustivo (ocho grupos) y frijol voluble (seis grupos). Los experimentos se llevaron a cabo en CIAT-Palmira y Popayán bajo condiciones de altos insumos (con protección química) y bajos insumos (sin protección química) con la excepción del primer semestre de 1982 del EP 82A que se hizo únicamente en Palmira bajo condiciones de bajos insumos.

Durante el segundo semestre de 1983 las líneas avanzadas de frijol arbustivo que fueron incluidas tuvieron los rendimientos más altos en el EP de 1979 hasta 1982. Estos experimentos fueron llevados a cabo tanto en la estación de CIAT-Palmira como en Popayán con altos y bajos

insumos. Se incluyó un total de 175 entradas para Palmira y 154 para Popayán separadas en ocho grupos de líneas arbustivas.

En el primer semestre de 1982, el grupo de grano blanco de tamaño mediano y grande superó el rendimiento de los otros grupos bajo condiciones protegidas en Popayán. Esto fué debido parcialmente al bajo número de entradas evaluadas en este grupo. Los rendimientos de los grupos de entradas de grano negro y tamaño pequeño y de entradas con grano blanco pequeño y de color crema fueron estadísticamente equivalentes al grupo de más alto rendimiento en ambas localidades bajo condiciones de protección química. Sin protección, las estadísticas de rendimiento cambiaron completamente para los negros y los blancos. En general, los rendimientos fueron bajos parcialmente debido a la fuerte precipitación e inundaciones en Palmira y Popayán (Cuadro 64). Cuadro 61

Cuadro 61. Número y proporción de entradas de frijol en el VEF 83 dentro de cada grupo básico según el tipo de grano, su adaptación y hábito de crecimiento

Grupo Codigo y descripción	Hábito de crecimiento			
	I	II	III	IV
10-negro	-	107 (93%)	8	-
20-rojo, pequeño	-	163 (83%)	33	-
25-rojo moteado, grande/med	294 (66%)	143	11	-
30-blanco, pequeño	11	38 (64%)	10	-
35-blanco, grande	26 (74%)	4	5	-
40-Costa del Pacífico S y N	3	10 (71%)	1	-
45-Altiplano Mexicano	18	25	89 (67%)	-
50-Brasil	4	73 (49%)	71	-
60-negro, clima cálido	-	-	-	19 (100%)
70-rojo, clima cálido	-	-	-	45 (100%)
80-color claro, clima cálido	-	-	-	112 (100%)
85-color claro, clima frío	-	-	-	62 (100%)

125

Cuadro 62. Número de entradas en el VEF 83 según la madurez y el grupo de tipo de semilla.

Madurez (en días)	Negro	Rojo pequeño	Rojo Moteado	Blanco pequeño	Blanco grande	Altiplano mexicano	Brasil
	10	20	25	30	35	45	50
70	0	0	2	0	0	0	1
71	0	1	9	0	3	0	8
72	3	1	15	0	11	3	5
73	1	2	23	1	28	8	12
74	2	2	20	8	25	10	12
75	3	6	14	18	14	13	22
76	27	15	9	23	17	15	16
77	19	22	3	23	0	13	12
80	4	9	1	1	1	4	2
81	12	6	1	3	0	5	3
82	1	1	0	0	0	2	0
83	0	0	0	0	0	2	0

Cuadro 63. Rendimiento promedio en kg/ha de los cinco materiales sobresalientes por grupo individual en el VEF 83A en Palmira.

Código y descripción	Rendimiento del mejor testigo	Línea experimental	Rendimiento de la línea	% por encima del mejor testigo
10 Negro, arbustivo, pequeño	3,984	NAG 15	4,919	23.5
		NAG 54	4,663	17.0
		NAG 11	4,550	14.2
		NAG 42	4,532	13.8
		XAN 147	4,472	12.2
20 Rojo, arbustivo, pequeño	2,618	RAB 3	4,980	90.2
		RAB 93	4,524	72.8
		RAB 13	4,498	71.8
		RAB 77	4,289	63.8
		RAB 59	4,257	62.6
25 Rojo moteado, arbustivo medianamente grande	3,923	PVAD 1425	4,136	5.4
		PVAD 1430	3,912	0.0
		PVAD 566	3,807	-0.3
		PVAD 773	3,751	-0.4
		PAI 26	3,665	-0.7
30 Blanco, arbustivo, pequeño	3,022	PAN 12	3,586	18.7
		BAT 1716	3,520	16.5
		PAN 29	3,428	13.4
		PAN 10	3,419	13.1
		BAT 1721	3,280	8.5
35 Blanco, arbustivo, grande	2,120	PVAR 1502	2,763	30.3
		PVAR 1485	2,722	28.4
		PVAR 1459	2,713	28.0
		PVAR 1492	2,627	23.9
		PVAR 1477	2,586	22.0
40 Costas del Pacífico S y N, Arbustivo	2,404	APN 74	3,699	53.9
		997 CH-73	3,552	47.8
		DOR 307	3,495	45.4
		BAT 1764	3,374	40.3
		BAT 1765	3,107	29.2
45 Altiplano mexicano, Arbustivo	3,787	PVMX 1583	4,540	19.9
		PVMX 1795	4,429	17.0
		PVMX 1605	4,344	14.7
		PVMX 1568	4,281	13.0
		PVMX 1531	4,217	11.4

Cuadro 63- Continuación

50 Brasil, Arbustivo	3,688	PVBZ 1798	4,922	33.5
		PVBZ 1899	4,782	29.7
		PVBZ 1706	4,595	24.6
		PVBZ 1726	4,556	23.5
		PVBZ 1782	4,553	23.4
60 Negro, voluble, clima cálido	2,513	V8379	3,545	41.1
		V8371	3,489	38.8
		V8370	3,260	29.7
		V8374	3,255	29.5
		V8375	3,201	27.4
70 Rojo, voluble, clima cálido	3,579	ACV 8365	4,619	29.1
		ACV 8370	4,343	21.4
		ACV 8310	3,931	9.8
		ACV 8368	3,811	6.5
		ACV 8320	3,702	3.4
80 Colores claros, volubles clima cálido	3,127	ZAV 8362	4,686	49.9
		ZAV 8360	4,374	39.8
		ZAV 8301	4,220	35.0
		ZAV 8368	4,060	29.8
		ZAV 8354	4,014	28.4

Cuadro 64. Rendimiento promedio (kg/ha) de diferentes grupos según el color del grano, de frijol arbustivo en el EP 82 (resultados de pruebas en 1982A en Palmira y Popayán).

Grupo no.	Palmira		Popayán		Diferencia en rendimientos en Popayan
	Sin proteccion química	Sin proteccción química	Con protección química		
35	521bc*	222b	1489a		1267
10	765ab	699a	1266a		567
30	680abc	472b	1209a		737
50	811a	779a	1143a		364
45	620abc	731a	1014ab		283
20	630abc	444b	969ab		525
40	496c	416b	941ab		525
25	462c	430b	740b		310
Promedio	635	623	1080		
C.V.	33.8	39.4	39.4		

*. Los promedios seguidos por la misma letra (s) no son significativamente diferentes cuando $P=0.05$ (prueba de Duncan).

Cuadro 65. Rendimiento promedio (kg/ha) de grupos según color de grano, de fríjol arbustivo en el EP 82 (resultados de experimentos en 1982B) en Palmira y Popayán.

No. del grupo	PALMIRA			POPAYAN		
	Sin protección química	Con protección química	Diferencia de rendimientos en Palmira	Sin protección química	Con protección química	Diferencia en rendimientos en Palmira
30	2362.7a*	2571.4a	208.7	1495.4b	2361.1 ^a	865.7
10	2150.4ab	2842.2a	691.8	1453.0bc	2108.2 ^{abc}	655.2
50	2105.6b	2684.4a	578.8	1615.8a	2221.1 ^{ab}	605.3
20	2074.9b	2615.1a	540.2	1333.3bcd	1902.6 ^{abc}	569.3
45	1718.3c	2535.6a	817.3	1927.9a	2627.9 ^a	700.0
25	1656.8c	2198.0b	541.2	949.6de	1333.0 ^{cd}	383.4
40	1647.6c	2140.6b	493.0	1079.1cde	1506.9 ^{bcd}	427.8
35	1279.4d	1741.2c	461.8	744.9e	983.5 ^d	238.7
Promedio	1874.5	2426.0			1324.8	1880.6
C.V. (%)	15.3	14.2			29.6	26.9

* Los promedios seguidos por la misma letra (s) no fueron significativamente diferentes cuando $P = 0.05$ según la prueba de Duncan.

Cuadro 66. Rendimiento promedio en kg/ha de diferentes grupos por color del grano de frijol arbustivo del EP 82 (resultados de experimentos en 1983 A en Palmira y Popayán).

No. del grupo	P A L M I R A			P O P A Y A N		
	Sin proteccion química	Con protección química	Diferencia en rendimientos en Palmira	Sin proteccion química	Con protección química	Diferencia en rendimientos en Popayán
10	1258.6a*	1865.8a	607.2	1341.1a	3790.9 ^a	2449.8
50	1151.6ab	1716.5ab	564.9	1350.2a	3634.5 ^a	2284.3
20	1050.7abc	1719.1ab	668.4	1165.3a	3313.7 ^{abc}	2148.4
30	1011.5abc	1847.2a	835.7	886.2ab	3372.8 ^{ab}	2486.6
40	968.7bc	1655.2b	686.5	1416.1a	3592.5 ^a	2176.4
20	865.0c	1215.9d	350.9	584.7b	1985.2 ^d	1400.5
40	847.6c	1448.5c	600.9	887.7ab	2849.1 ^c	1961.4
30	557.4d	1010.9e	453.5	854.5ab	2945.4 ^{bc}	2090.9
Promedio	963.9	1559.9		1060.7	3185.5	
C.V. (%)	18.1	12.8		31.2	18.0	

* Los promedios seguidos por la misma letra (s) no son significativamente diferentes segun la prueba de Duncan. cuando P=0.05.

Cuadro 67. Líneas de frijol arbustivo de grano negro del EP 82 con rendimientos superiores al promedio (kg/ha) con y sin protección química en experimentos llevados a cabo durante cuatro semestres en 1982-83 en Palmira y Popayán.

Línea	PALMIRA			POPAYAN		
	Protección Química		Diferencia	Protección Química		Diferencia
	Sin	Con		Sin	Con	
82 A						
XAN 527 (C)	819			1636	1757	101
XAN 93	828			1078	1703	625
A 237	741			946	1687	741
\bar{x} Grupo	765			699	1266	567
n =	31			31		
82 B						
BAT 1470	2429	2990	561			
BAT 1481	2959	3530	571			
XAN 109	2450	3264	814			
G 7249	2465	2917	452			
XAN 108	2516	3269	753			
A 210				922	2132	1210
A 214				983	2349	1366
A 231				1410	2133	723
\bar{x} Grupo	2129	2817	688	712	2124	1412
n =	31			31		
83 A						
BAT 1554	1443	1912	469	1546	4187	2641
BAT 1647	1788	2116	328	1612	4059	2447
\bar{x} Grupo	1259	1866	607	1341	3791	2450
n =	20			22		

Cuadro 68. Líneas de frijol arbustivo de grano rojo en el EP con rendimientos por encima del promedio (kg/ha) en ensayos con y sin protección química efectuados en cuatro semestres en 1982-83 en Palmira y Popayán.

Linea	Palmira			Palmira		
	Protección química			Protección química		
	Sin	Con	Diferencia	Sin	Con	Diferencia
<u>82 A</u>						
XAN 90	715	-	-	886	1886	1000
BAT 1670	683	-	-	502	1801	1299
BAT 1654	695	-	-	697	1649	952
BAT 1493	690	-	-	718	1614	896
BAT 1570	804	-	-	524	1166	642
BAT 1577	857	-	-	938	1126	188
BAT 1572	708	-	-	543	969	426
\bar{x} Grupo	630	-	-	444	969	525
n=	34			34		
<u>82 B</u>						
BAT 1449	2402	2961	559	936	2323	1387
BAT 1532	2243	-	-	624	2333	1709
XAN 90	2518	2982	464	953	3343	2390
\bar{x} Grupo	2107	2621	514	591	1903	1312
n	34			34		
<u>83 A</u>						
BAT 1514	1344	2126	782	1330	4038	2708
BAT 1670	1368	1772	404	1810	3642	1832
\bar{x} Grupo	1051	1719	668	1165	3314	2149
n=	18			25		

Cuadro 69. Líneas de frijol arbustivo de grano rojo grande en el EP 82 con rendimientos superiores al promedio (kg/ha) en experimentos con y sin protección química llevados a cabo a través de cuatro semestres en 1982-83 en Palmira y Popayán.

Línea	PALMIRA			POPAYAN		
	Protección química		Diferencia	Protección química		Diferencia
Sin	Con	Sin		Con		
82 A						
A 488	-	-	-	593	1744	1151
Ancash 66	683	-	-	1242	1641	399
A 482	542	-	-	738	890	152
\bar{x} Grupo	462	-	-	430	740	310
n =	53			53		
82 B						
BAT 1260	1895	2403	508	650	-	-
BAT 1582	2047	2428	381	874	-	-
BAT 1387	1889	2179	290	760	-	-
BAT 1385	1779	2221	442	564	1815	1251
BAT 1579	1998	-	-	555	1794	1239
\bar{x} Grupo	1648	2141	493	481	1312	831
n =	53			53		
83 A						
A 485	937	-	-	1024	3250	2226
BAT 1579	911	1750	839	1031	2703	1672
\bar{x} Grupo	865	1216	351	566	1952	1386
n =	31			23		

Cuadro 70. Frijol arbustivo de grano blanco pequeño del EP 82 con rendimientos superiores al promedio (kg/ha) en experimentos con y sin protección química llevados a cabo a través de cuatro semestres en 1982-83 en Palmira y Popayán.

Linea	PALMIRA			POPAYAN		
	Protección química			Protección química		
	Sin	Con	Diferencia	Sin	Con	Diferencia
<u>82 A</u>						
XAN 125	788	-	-	813	1700	887
BAT 1419	839	-	-	542	1351	809
\bar{x} Grupo	680			472	1209	737
n=	11			11		
<u>82 B</u>						
XAN 125	3026	3222	196	647	2612	1965
BAT 1259	2621	-	-	636	2663	2027
\bar{x} Grupo	2432	2644	212	516	2418	1902
n=	11					
<u>83 A</u>						
XAN 125	1284	2317	103	915	4732	3817
BAT 1453	1116	-	-	1366	-	-
\bar{x} Grupo	1012	1847	835	886	3373	2487
n=	8			8		

Cuadro 71. Fríjol arbustivo de grano blanco grande en el EP 82 con rendimientos superiores al promedio (en kg/ha) en experimentos con y sin protección química llevados a cabo a través de cuatro semestres en 1982-83 en Palmira y en Popayán.

Línea	PALMIRA			POPAYAN		
	Protección química		Diferencia	Protección química		Diferencia
	Sin	Con		Sin	Con	
<u>82 A</u>						
A 493	561	-	-	470	1335	865
\bar{x} grupo	493			222	867	645
n=	13			13		
<u>82 B</u>						
A 492	1302	-	-	626	-	-
A 493	1523	1930	407	727	2227	1500
\bar{x} grupo	1297	1857	560	424	910	486
n=	13			13		
<u>83 A</u>						
A 493	636	1492	856	1004	3685	2861
\bar{x} grupo	557	1011	454	855	2946	2091
n=	7			7		

Cuadro 72. Líneas de trijol arbustivo del EP 82 con rendimientos superiores al promedio (en kg/ha) en experimentos con y sin protección química llevados a cabo a través de cuatro semestres en 1982-83 en Palmira y Popayán.

Línea	PALMIRA			POPAYAN		
	Protección Química			Protección química		
	Sin	Con	Diferencia	Sin	Con	Diferencia
<u>82 A</u>						
BAT 1417	794	-	-	775	1387	612
EMP 106	828	-	-	1029	1330	301
BAT 1544	621	-	-	826	1325	499
\bar{x} Grupo	486	-	-	416	941	525
n =	23	-	-	23		
<u>82 B</u>						
BAT 1373	1705	2293	588	624	-	-
BAT 1456	1781	-	-	849	2363	1514
BAT 1425	1835	2802	967	1218	2250	1032
BAT 1463	1871	2794	923	838	2145	1307
BAT 1544	2167	2714	547	1122	2733	1611
EMP 106	2397	2834	437	862	2499	1637
\bar{x} Grupo	1660	2196	536	592	1574	982
n =	23			23		
<u>83 A</u>						
BAT 1463	984	1579	595	1176	3187	2011
XAN 128	1237	2232	995	1037	3808	2771
EMP 83	977	1956	979	978	3161	2183
EMP 106	1057	1794	737	1862	3954	2092
\bar{x} Grupo	848	1449	601	888	2849	1961
n =	15			10		

Cuadro 73. Líneas de frijol arbustivo para el altiplano Mexicano del EP 82 con rendimientos superiores al promedio (en kg/ha) en experimentos con y sin protección química llevados a cabo a través de cuatro semestres en 1982-83 en Palmira y Popayán.

Línea	PALMIRA			POPAYAN		
	Protección Química		Diferencia	Protección química		Diferencia
	Sin	Con		Sin	Con	
82 A						
A 445	686	-	-	1574	1786	212
A 414	677	-	-	866	1614	748
A 410	758	-	-	819	1121	302
\bar{x} Grupo	620	-	-	731	1014	283
n =	18			18		
82 B						
A 410	2013	2871	858	2202	2903	701
A 407	2030	2867	837	1380	-	-
A 411	1990	2995	1005	1482	2634	1152
A 439	1964	3204	1240	1663	2933	1270
A 442	1925	2737	812	1838	3022	1184
A 445	2209	3158	949	2017	3065	1048
A 429	1943	2713	770	1363	2733	1370
\bar{x} Grupo	1734	2524	790	1244	2577	1333
n =	18					
83 A						
A 439	1021	1806	785	1734	-	-
A 445	1034	1717	683	1952	-	-
A 429	1380	1978	598	1675	-	-
\bar{x} Grupo	969	1655	686	1416	3592	2176
n =	11					

Cuadro 74. Líneas de frijol arbustivo con grano color crema del EP 82 con rendimientos superiores al promedio (en kg/ha) en experimentos con y sin protección química llevados a cabo a través de cuatro semestres en 1982 y 83 en Palmira y Popayán.

Línea	Palmira			Popayan		
	Protección química		Diferencia	Protección química		Diferencia
	Sin	Con		Sin	Con	
<u>82 A</u>						
A 321	936	-		1147	2198	1051
A 375	952	-		1382	2189	807
A 242	847	-		1053	1500	447
A 358	1019	-		910	1380	470
A 315	1009	-		1023	1330	307
A 176(C)	878	-		1048	1284	236
A 297	945	-		823	1236	413
\bar{x} Grupo	811			779	1143	364
n=	56			56		
<u>82 B</u>						
A 242	2412	2994	582	1101	2503	1402
A 271	2511	2992	481	1244	2452	1208
Carioca 80	2489	2766	279	1438	2556	1118
A 339	2434	3017	583	1148	2795	1647
\bar{x} Grupo	2107	2687	580	1003	2214	1211
n=	56			56		
<u>83 A</u>						
A 250	1335	2174	839	1622	4420	2798
Carioca 80	1541	1838	297	1448	-	-
		2076	680			
BAT 1601	1361	1835	474	1808	4513	2705
A 322	1218	1823	605	2161	3870	1709
BAT 1458	1268	1851	583	1469	3834	2365
\bar{x} Grupo	1152	1716	556	1350	3635	2285
n=	44			44		

Durante el semestre 1982B (Cuadro 65) los blancos pequeños y los negros pequeños superaron en rendimiento a los otros grupos en Palmira bajo condiciones no-protegidas. Sin embargo, bajo condiciones protegidas, el comportamiento de estos grupos fué similar con la excepción de los rojos de tamaño grande y mediano, los fríjoles de colores claros de tamaño grande y mediano y los blancos de tamaño grande y mediano, en Popayán. El grupo de más alto rendimiento fué el de los pintos de tamaño mediano y grande bajo condiciones protegidas o no. Los rendimientos fueron relativamente bajos pero fueron más altos que en el semestre anterior principalmente debido a mejores condiciones climáticas.

En el semestre 1983A, en Palmira, el EP 82 mostró aumento en el rendimiento de los negros pequeños bajo condiciones protegidas y no protegidas (Cuadro 66). En Popayán, los pintos de tamanos mediano y grande tuvieron rendimientos más altos, seguidos por los negros pequeños bajo condiciones no-protegidas. Con protección química, los de más alto rendimiento fueron los negros pequeños seguidos por los pintos de tamaño mediano y grande. En Palmira, los rendimientos de los diferentes grupos fueron afectados por el fuerte ataque de bacteriosis común debido a alta temperatura y condiciones de humedad. Sin embargo, los rendimientos fueron relativamente altos bajo condiciones tanto protegidas como no-protegidas a pesar del ambiente climatológico. Esto se debió parcialmente al mejor manejo agronómico relacionado especialmente con la rotación del cultivo de trigo, fertilización orgánica con gallinaza y labranza mínima.

Dentro del EP 82 en el semestre 83A, se seleccionaron 57 materiales por su rendimiento sobresaliente en Popayán y 73 en Palmira. En general, el comportamiento del fríjol en los diferentes grupos no fué consistente a través de los semestres evaluados, ni a través de localidades, ni tampoco bajo condiciones protegidas y no-protegidas.

Los materiales sobresalientes en cada uno de los ocho grupos de variedades arbustivos se presentan en los Cuadros 67 a 74. El criterio para la selección de estas líneas fué: rendimiento superior al promedio bajo condiciones protegidas y no-protegidas en Palmira y Popayán. Adicionalmente, las entradas mostraron una adaptación amplia en los semestres 82A, 82B y 83A. Solamente líneas seleccionadas comunes a ambas localizaciones se incluyeron en los cuadros aunque la selección se hizo independientemente para cada localidad.

Del EP 82, semestre 82A de 42 materiales seleccionados por su comportamiento en Popayán, 28 presentaron rendimientos superiores al promedio en Palmira.

Se debe anotar que las condiciones climáticas para el semestre 83B hasta noviembre estuvieron caracterizadas por escasa precipitación en ambos medio-ambientes y como resultado la presión de enfermedades no fue tan fuerte.

IBYAN: Vivero Internacional de Adaptación y Rendimiento de Fríjol

Solamente se presentan los resultados de 1983 en las localidades colombianas y un resumen breve de los experimentos llevados a cabo internacionalmente (ya que un reporte de los experimentos IBYAN se publica cada año por separado, con un análisis completo de los experimentos internacionales sobre rendimiento). El cuadro 75 muestra las características, el número de entradas y el patrón de distribución del IBYAN 83 en 277 experimentos distribuidos principalmente a través de América Latina y Africa.

IBYAN 1983: Pruebas de fríjol arbustivo en Colombia

Se sembraron ensayos en CIAT-Palmira y Popayán en dos semestres. Las pruebas en Palmira fueron realizadas sin control químico de enfermedades, mientras que en Popayán se llevó a cabo una prueba sin protección química y otra con protección.

Fríjol negro. Los resultados para el semestre A se presentan en el Cuadro 76. Dos líneas A 227 y BAT 1481 estuvieron entre las de mejor rendimiento en Palmira y Popayan, sitios de contraste para evaluación en Colombia. El comportamiento fué consistente bajo condiciones tanto protegidas como no protegidas. ICTA-Tamazulapa fue también otro material que mostró buen rendimiento en ambos sitios.

Fríjol rojo pequeño y rojo moteado. Se evaluaron estas líneas en Palmira solamente durante el primer semestre de 1983. Las líneas experimentales claramente superaron al testigo local. BAT 1532 y BAT 1654 fueron los mejores materiales en el grupo de los rojos pequeños, con rendimientos superiores a A 21 - un material bastante consistente a través de los años; en el grupo de los rojos moteados los mejores materiales fueron: BAT 1297 y A 463 (Cuadro 77).

Fríjol blanco. Los nuevos materiales no mostraron una ventaja clara sobre Ex Rico 23 y la línea 78-0374, materiales ya conocidos de previos experimentos. El mejor material en Palmira fué BAT 1592 el único sitio de prueba (Cuadro 78).

Fríjol para el altiplano Mexicano. El Cuadro 78 muestra los resultados en Palmira de las líneas experimentales desarrolladas para el altiplano mexicano. Aunque las condiciones en este sitio no reflejan las presiones a las cuales este material estaría sometido, sin embargo, por lo menos cuatro materiales fueron tan buenos como Carioca, una muy buena medida de comparación para determinar el progreso logrado en estos tipos de fríjol.

Fríjol brasilero. El fríjol de tipo de grano brasilero fué sembrado en tres experimentos en que los Mulatinhos, Cariocas, Rosinhas, Chumbinhos y Enxofres fueron evaluados por separado.

El Cuadro 79 muestra los resultados obtenidos con los tipos de color crema (Mulatinho) evaluados en Palmira y Popayán. A 321 y BAT 1601 mostraron buen comportamiento en ambos sitios con y sin control químico de enfermedades. A 321 fué sobresaliente aún sin el uso de

fungicidas. La variedad comercial brasilero, IPA 74-19 no pudo competir con la mayoría de los materiales evaluados bajo estas condiciones.

En grupo de color crema rayado (Carioca), los resultados fueron muy similares (Cuadro 80), las líneas sobresalientes en un sitio fueron las mismas que en el otro. A 206, A 267, A 268 y A 445 se comportaron bien en Palmira y en Popayán con o sin la aplicación de control de enfermedades.

Los materiales brasileros A 450, Carioca, y Carioca 80 mostraron buen comportamiento, particularmente el Carioca.

El Cuadro 81 muestra los resultados del rosado, café y amarillo. A 381 y BAT 1670 mostraron la mas amplia adaptación y estuvieron entre los mejores materiales en ambos sitios, Palmira y Popayán. Aroana 80, el control brasilero, se comportó bien únicamente en Palmira.

IBYAN 82

CIAT distribuyó 223 ensayos de frijol arbustivo. Los materiales fueron divididos en grupos como se mencionó en el Informe Anual del Programa de Frijol, 1982.

El Cuadro 82 muestra los rendimientos promedios de los diferentes tipos de ensayos de frijol arbustivo en diferentes localizaciones. EMP 84 fué el material sobresaliente entre los negros, Corobici, en el grupo de los rojos pequeños, A 336 entre los materiales de color crema (Mulatinho) y A 176 en el grupo que incluyó un número seleccionado de otros tipos de grano brasileros. Todas las líneas de rojo moteado evaluadas tuvieron comportamientos similares.

El Cuadro 83 muestra la comparación entre la mejor línea experimental y el mejor control, en cada uno de los grupos de materiales evaluados. El mejor control local en la mayoría de los casos fué superado por la mejor línea experimental.

Cuadro 75. Características, composición, número de entradas y distribución del IBYAN 83.

Codigo	Características del grano	Hábito de crecimiento	No.de entradas	L o c a l i d a d									Total		
				Sur América	América Central	El Caribe	Norte de Africa	Este de Africa	Sur de Africa	Oeste de Africa	Norte de Africa	Asia		Otros	
10	Negro, pequeño	Arbustivo	16	25	22	4		1	1						55
20	Rojo, pequeño	Arbustivo	16	8	38	7		1	1				1		56
25	Rojo moteado, grande	Arbustivo	10	6	2	7		15	4	6		2			42
30	Blanco, pequeño	Arbustivo	10	8	4	3		5	2		1	1	1		25
45	Tipos mexicanos	Arbustivo	20	4			2	12	3	1			1	1	23
50	Tipos brasileros:														
	Mulatinho		16												
	Carioca		16	34		1		2	4	2	1	4	2		50
	Rosinha		16												
70	Rojo, clima cálido	Voluble	10	2	6			4							12
75	Rojo, clima frío	Voluble	18	2			2	9	1			1	1		16
				89	72	22	4	48	16	9	3	8	6		277
		TOTAL		178	144	44	8	97	32	18	5	16	12		
Z del TOTAL :				67.5			27.4			2.9		2.2			

Cuadro 76. Rendimiento promedio en kg/na de materiales de grano negro evaluados en el 1BYAN 83 en CIAT-Palmira y Popayán durante el semestre A.

PALMIRA		POPAYAN			
Sin Protección		Con Protección		Sin Protección	
Línea	Rendimiento	Línea	Rendimiento	Línea	Rendimiento
BAT 1481	2,263a*	BAT 1432	3,460a	A 227	3,212 a
BAT 1554	2,15 ab	A 227	3,377a	XAN 112	2,777 b
A 227	2,129abc	Jamapa	3,289ab	A 213	2,534 bc
BAT 271 ^a T	2,110abc	BAT 1481	3,251ab	XAN 93	2,521 bc
ICTA	1,992abc	XAN 93	3,169abc	BAT 527T	2,468 bcd
Brunca	1,976abc	BAT 527T	3,139abc	Tamazulapa	2,425 bcd
Promedio (n= 16)	1,840		3,111		2,301
CV (%)	9.3		8.3		10.7

T = Testigo local

* Las cifras seguidas por la misma letra (s) no fueron significativamente diferentes al nivel 0.05 según la prueba de Ducan.

hh/

Cuadro 17. Rendimiento promedio en kg/ha de los materiales rojos evaluados en el IBYAN 83 en CIAT Palmira, Semestre A.

Rojo pequeño		Rojo moteado	
Líneas experimentales	Rendimiento	Líneas	Rendimiento
BAT 1532	2,223a*	BAT 129	2,562 a
BAT 1654	2,111ab	A 463	2,449 ab
BAT 1561	2,101b	ICA 21148	2,053 cd
BAT 1577	2,075b	Calima	2,053 cd
A 21	2,024b	A 463	2,032 cd
Zamorano T	1361c	BAT 1336	1,927 d
		Línea 24	1,882 d
		A 469	1,816 d
		BAT 1387	1,802 d
		Línea 23 T	1,423 d
Promedio	1,859		2,021
n=	16		10
CV (%)	14.1		7.9

T. Testigo local

* Las cifras seguidas por la misma letra no fueron estadísticamente diferentes al nivel 0.05 de la prueba de Duncan.

Cuadro 78. Rendimiento promedio en kg/ha de materiales de grano blanco y los desarrollados para el altiplano mexicano evaluados en el IBYAN 83 en el CIAT, Palmira, Semestre A.

Grano Blanco			Materiales para México		
Orden	Identificación	Rendimiento	Orden	Identificación	Rendimiento
<u>Líneas experimentales</u>					
1	BAT 1592	1,847a*	1	A 442	2,046a
2	Ex Rico 23	1,763ab	2	A 114	1,923ab
3	78-0374	1,650abc	3	A 410	1,876ab
4	XAN 125	1,640abc	4	A 429	1,866ab
5	BAT 1453	1,449abc	5	Carioca	1,860ab
<u>Testigos locales</u>					
7	BAT 1469	1,353abcd	13	G 2858	1,653bcde
12	BAT 1061	1,054d	17	A 67	1,430cde
Promedio		1,423			1,672
n=		12			20
CV(%)		19.5			11.6

* Las cifras seguidas por la misma letra(s) no fueron significativamente diferentes al nivel 0.05 de la prueba de Duncan.

Cuadro 79. Rendimiento promedio en kg/ha de los materiales Mulatinho evaluados en el IBYAN 83 en CIAT Palmira y Popayán, durante el semestre A.

P a l m i r a			P o p a y á n					
Con proteccion		Con proteccion		Sin proteccion				
Orden	Identificación	Rendimiento	Orden	Identificación	Rendimiento	Orden	Identificación	Rendimiento
<u>Líneas experimentales</u>								
1	A 321	2,208 a*	1	A 321	3,639 a	1	A 321	3,145 a
2	A 301	2,128 ab	2	A 292	3,349 ab	2	A 292	2,697 ab
3	A 354	1,989 abc	3	BAT1601	3,309 ab	4	A 315	2,563 ab
4	A 343	1,956 abc	4	A 343	3,259 ab	5	BAT 1601	2,527 ab
6	BAT 1601	1,866 bc	5	A 305	2,508 ab			
<u>Testigos</u>								
5	BAT 561	1,920 bc	7	A 140	3,200 ab	3	A 140	2,689 ab
11	A 140	1,775 c	8	BAT561	3,132 abc	8	BAT 561	2,473 ab
13	IPA 74-19	1,741 cd	10	IPA 74-19	3,079 abc	14	IPA 74-19	2,122 b
Promedio (n=16)		1,804			3,012			2,415
CV (%)			8.2			19.0	17.2	

* Las cifras seguidas por la misma letra(s) no fueron significativamente diferentes en el nivel 0.05 de la prueba de Duncan.

-147

Cuadro 80. Rendimiento promedio en kg/ha de los materiales Carioca evaluados en el IBYAN 83 en CIAT-Palmira y en Popayán en el semestre A.

P a l m i r a			P o p a y á n						
con protección			Con protección			Sin protección			
Orden	Identificación	Rendimiento	Orden	Identificación	Rendimiento	Orden	Identificación	Rendimiento	
<u>Lineas experimentales</u>									
1	A 83	2,222a*	2	A 445	3,675a	1	A 286	3,480	
2	A 286	2,050ab	3	A 442	3,675a	2	A 445	3,384	
5	A 267	2,001ab	4	A 267	3,650ab	4	A 267	3,196	
6	A 268	1,995ab	6	A 286	3,625ab	5	A 268	3,000	
7	A 445	1,943ab	7	A 268	3,599ab	6	A 282	2,990	
<u>Materiales Brasileños</u>									
3	Carioca	2,008ab	1	Ayso	3,715a	3	Carioca	3,277	
4	Ayso	2,006ab	5	Carioca	3,627ab	9	Carioca 80	2,784	
11	Carioca 80	1,829bc	8	Carioca 80	3,468ab	11	Ayso	2,565	
<u>Testigo local</u>									
14	A 248	1,666cd	11	A 248	3,423ab	12	A 248	2,539	
Promedio (n=16)		1,878				3,483			2,794
CV (%)		8.6				7.3			13.1

^ Las cifras seguidas por la misma letra no fueron significativamente diferentes en el nivel 0.05 de la prueba de Duncan.

Cuadro 81. Rendimiento promedio en kg/ha de los materiales del tipo Rosinha, Chumbinho, y Enxofre evaluados en el IBYAN 83 en CIAT-Palmira y Popayán, 1983, Semestre A.

<u>P a l m i r a</u>				<u>P o p a y a n</u>						
<u>Con protección</u>				<u>Con protección</u>			<u>Sin protección</u>			
Orden	Identificación	Rendimiento		Orden	Identificación	Rendimiento	Orden	Identificación	Rendimiento	
1	BAT 1297	2,191	a*	1	BAT 1670	3,463a	1	A 176	2,888	a
2	A 381	2,183	a	2	A 176	3,243a	2	A 373	2,815	ab
3	BAT 1375	2,012	ab	3	A 364	3,219a	3	A 381	2,663	abc
5	BAT 1670	1,867	abcd	4	A 373	3,188a	4	BAT 1670	2,480	abcd
6	A 297	1,785	abcde	5	A 381	3,097a	5	A 364	2,354	abcd
<u>Testigos</u>										
4	Aroana 80	1,950	abc	12	Aroana 80	2,673a	9	Rosinha G-2	1,959	defg
14	Rosinha G-2	1,277	etg	13	Rosinha G-2	2,663a	13	Aroana 80	1,648	efg
Promedio (n= 16)		1,659				2,942			2,112	
CV (%)		17.2				17.2			15.4	

* Las cifras seguidas por la(s) mismas(s) letras(s) no fueron estadísticamente diferentes en el nivel 0.05 de la prueba de Duncan.

Cuadro 82. Rendimientos (ha/ha) promedios de las líneas arbustivas de mejoramiento, accesiones y variedades evaluadas en el IBYAN 82 en varias localidades.

Líneas	Rendimiento	Líneas	Rendimiento	Líneas	Rendimiento
<u>Grano negro</u>		<u>Rojo moteado</u>		<u>Otros tipos de grano brasileros</u>	
(Datos tomados de 31 sitios)		(Datos tomados de 14 sitios)		(Datos tomados de 11 sitios)	
EMP 84	1886a	BAT 1253	1118a	A 176	2224a
XAN 78	1824ab	BAT 1276	1060a	A 79	2142ab
EMP 60	1802ab	BAT 1147	1054a	A 140	2118abc
Jamapa	1767abc	BAT 1254	1052a	A 107	2092abc
BAT 304	1738abc	Línea 24	1017a	XAN 66	2084abc
A 231	1736abc	XAN 43	976a	A 86	2074abc
Porrillo Sintetico	1728abc	BAT 1272	961a	A 73	1953abc
BAT 58	1721abc	A 179	895a	A 89	1950abc
A 211	1710abc	Promedio	1017	A 148	1938abc
XAN 40	1673bc	C.V. (%)	21.4	A 113	1903abc
DOR 62	1648bc			A 154	1879abc
AZ235	1595c	<u>Mulatinho</u>		XAN 68	1873abc
Promedio	1736	(Datos tomados de 5 sitios)		A 147	1842bc
C.V. (%)	19.0	A 336	2825a	A 59	1840bc
		BAT 85	2738ab	A 156	1838bc
<u>Grano Rojo Pequeño</u>		A 140	2632abc	A 162	1837bc
(Datos tomados de 14 sitios)		EMP 86	2607abcd	A 152	1831bc
Corobici	1740a	BAT 477	2574abcd	A 163	1787bc
XAN 36	1733a	A 148	2543abcde	EMP 86	1766c
Copan	1653ab	A 147	2483abcde	Promedio	1947
Chorotega	1629ab	AETE 3	2468abcde	C.V. (%)	16.1
BAT 1215	1547ab	G 7148	2399abcde		
BAT 1192	1502bc	IPA 74-19	2380abcde		
BAT 1217	1346c	XAN 68	2335abcdef		
Promedio	1593	CATU	2289bcdef		
C.V. (%)	15.3	A 163	2217cdef		
		G 5059	2215cdef		
		G 5054	2118def		
		A 156	2055ef		
		A 162	2047ef		
		A 154	1850f		
		Promedio	2375		
		C.V. (%)	16.9		

Cuadro 83. Comportamiento de las líneas sobresalientes con relación a los mejores testigos locales en el IBYAN 82.

Localización		Variedad local	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento de la variedad local comparado con la mejor línea experimental	
Ciudad	País			Superior en %	Inferior en %
Grano Negro					
Palmira	Colombia	BAT 271	2702	9.9	
Popayan	Colombia	BAT 527	2629	20.2	
La Molina	Perú	Costa Rica I-8	1716	10.7	
Cotaxtla Veracruz	México	Negro Veracruz	1295	35.6	
S. Ixcuintla	México	Negro Nayarit	3720		4.9
Chillan	Chile	Negro Orfeo	3265		14.9
Popayán	Colombia	ICA Pijao	3069		19.8
Popayán	Colombia	ICA Pijao	2836		20.9
Graneros	Chile	Negro Argel	2542		38.1
Trancas	Argentina	DOR 41	2486		7.0
Chillan	Chile	Negro Argel	2459		21.9
Graneros	Chile	ICA Pijao x Gratiot	2200		6.8
Chillan	Chile	Negro Argel	2176		24.5
Saman Mocho	Venezuela	Tacarigua	2119		18.5
La Cocha	Argentina	DOR 41	2118		14.8
Alajuela	Costa Rica	Testigo Local 2	2110		15.4
Cerrillos	Argentina	ICTA Quetzal	2083		11.4
Las Lajitas	Argentina	ICTA Quetzal	2021		55.7
Popayán	Colombia	BAT 527	1877		15.4
Alajuela	Costa Rica	ICA Pijao	1626		26.9
Turmero	Venezuela	Coche	1522		5.8
San Andres	Salvador	S-184-N	1464		34.0
Arist. del Valle	Argentina	BAT 832	1437		16.4
Palmira	Colombia	BAT 271	1318		10.6
Maracay	Venezuela	Coche	1181		47.8
Alquizar	Cuba	CC-25-9	1098		26.0
Altamira	México	Línea 1374	1078		24.8
Danli	Honduras	Jamapa Jamastran	858		69.9
Rosario de la Frontera	Argentina	ICTA Quetzal	762		65.6
villaflores	México	Negro Chiapas	671		60.4
Pt.-au-Prince	Haití	Testigo Local 1	667		30.0

-151-

Cuadro 83 continuación.

Localización		Variedad local	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento de la variedad local comparado con la me- jor línea experimental	
Ciudad	País			Superior en %	Inferior en %
<u>Grano rojo pequeño</u>					
Popayan	Colombia	A 21	4,006	13.0	
Palmira	Colombia	A 21	2,170	4.4	
Popayán	Colombia	A 21	2,075	8.5	
Alajuela	Costa Rica	Huetar	1,668	7.9	
Palmira	Colombia	A 21	1,592	15.0	
Popayán	Colombia	A 21	2,660		16.8
Alajuela	Costa Rica	Testigo local 2	2,431		7.4
Popayán	Colombia	A 21	2,100		13.2
La Cocha	Argentina	DOR 41	1,944		0.4
Alquizar	Cuba	CC-25-9	1,530		27.0
Kingston	Jamaica	Miss Kelly	1,371		9.2
San Andrés	Salvador	Rojo de Seda	1,333		9.7
San Francisco del Valle	Honduras	Criolla	1,083		14.9
Danlí	Honduras	Salama	1,050		23.8
San Andrés	Salvador	Arbolito Retinto			15.2
<u>Grano grande rojo</u>					
Uyole	Tanzania	Kabanima	3,065	6.8	
Big Bend Exp. Station	Swaziland	Teebus	2,138	42.9	
Popayán	Colombia	A 182	2,028	25.9	
St. Catherine	Jamaica	Miss Kelly	1,878	0.4	
Popayán	Colombia	A 182	1,864	10.4	
Alquizar	Cuba	Hatuey	1,464	4.6	
Popayán	Colombia	A 182	706	18.5	
Santander	Colombia	ICA Palmar	425	44.1	
Moshi	Tanzania	Kiburu	2,977		2.0
Mollepata	Peru	Red Kloud	2,597		8.4
Popayán	Colombia	A 182	2,209		12.4
Palmira	Colombia	Línea 23	1,855		4.8
Quillabamba	Perú	Línea 17	1,458		21.4
Palmira	Colombia	A 190	1,059		20.2
Caisan	Panamá	Rosado	1,055		47.0
Malkerns	Swaziland	White Canning	1,011		0.5
Chipata	Zambia	Misamfu Speckled Sugar	489		82.4
Pt. au Prince	Haití	Testigo local 1	433		13.5
Misamfu	Zambia	1	318		3.8

152

Cuadro 83 continuación

Localización		Variedad local	Rendimiento de la variedad local comparado con las mejores líneas experimentales		
Ciudad	País		Rendimiento en kg/ha	Superior en%	Inferior en%
<u>Grano blanco pequeño</u>					
Graneros	Chile	ExRico 23 x NEP	4,375		14.3
Palmira	Colombia	BAr 1061	2,024		19.3
Graneros	Chile	Arroz Tuscola	1,160		141.9
<u>Mulatinho</u>					
Graneros	Chile	Amanda x Tortolas	4,271		16.3
Graneros	Chile	Negro Argel	2,839		40.4
Palmira	Colombia	A 286	2,396		0.3
Palmira	Colombia	A 286	1,856		1.6
Alquizar	Cuba	Bonita II	1,380		52.3
<u>Carioca</u>					
Palmira	Colombia	A 286	2,629	7.6	
Palmira	Colombia	A 286	1,910	6.5	
Moshi Kilimanjaro	Tanzanía	Testigo Local 2	2,919		12.7
Graneros	Chile	Negro Argel	2,682		18.0
<u>Grano color crema</u>					
Popayan	Colombia	A 286	3,857		9.5
Santiago Ixcuintla	México	Azufrado Regional	3,154		25.2
Popayan	Colombia	A 286	3,129		6.3
Popayan	Colombia	A 286	2,541		19.7
Popayan	Colombia	A 286	2,534		5.2
Chapeco	Brasil	Carioca	1,803		44.7
Arist. del Valle	Argentina	Iapar Rai 54	1,792		10.0
Big Beng Exp. Station	Swaziland	Speckled Sugar bean	1,353		77.2
Tainan	México	Agrarista	1,021		5.4
Malkerns	Swaziland	Speckled Sugar bean	690		158.6

EVALUACION Y MEJORAMIENTO DE PRACTICAS AGRONOMICAS

Investigación en Finca

La investigación en finca del Programa de Fríjol continúa con tres objetivos principales: (a) la retroalimentación de información a los programas de fitomejoramiento en cuanto al comportamiento de nuevas tecnologías, especialmente variedades, en los sistemas de cultivos de los agricultores; (b) la adaptación de metodologías para la investigación a nivel de finca a los sistemas de cultivos que incluyen frijol; y (c) la capacitación de científicos de programas nacionales en estas metodologías.

Se espera que un cuarto objetivo que aumente gradualmente en importancia sea el apoyo a los científicos en programas nacionales a través de una red (inicialmente en América Latina) que efectúe investigaciones a nivel de fincas en áreas donde el frijol es un cultivo importante.

Desde octubre de 1982 se han llevado a cabo encuestas (Ver sección de Economía) y 102 ensayos (Cuadro 84) en cuatro áreas de trabajo en Colombia. (Para una descripción del área ver el Informe Anual del Programa de Fríjol, 1982, Sección de Investigación en Fincas, Cuadro 1). Adicionalmente, se sembraron 86 ensayos en las zonas de trabajo en 1983 entre agosto y noviembre con base en los resultados de los experimentos del año anterior.

La Fundación Ford aprobó un proyecto piloto especial para capacitación y para las actividades de establecimiento de una red para investigación a nivel de finca en áreas donde sistemas de cultivos que incluyen frijol son importantes.

En diciembre de 1983, se llevó a cabo un seminario durante una semana al cual se invitaron cinco especialistas en investigación a nivel de finca como consultores. Sus recomendaciones detalladas y apoyo general a las actuales actividades de investigación a nivel de finca, proveerán las bases para evaluación adicional de las actividades del Programa de Fríjol.

Retroalimentación general a los programas de mejoramiento

Los resultados de varios tipos de ensayos en diferentes zonas y épocas permitieron estimar la relativa importancia de diferentes cambios en las prácticas culturales en aumentar el rendimiento (Cuadros 85 y 86). A menudo más de un tipo de ensayo dió información sobre el mismo factor de producción. Sorpresivamente, pocas interacciones entre factores fueron detectadas en los experimentos factoriales diseñados con este fin, haciendo los efectos en los Cuadros 85 y 86 casi aditivos. En dos sistemas, de cultivo de frijol voluble con maíz en tierras altas, (en asociación directa en el sur de Nariño, en relevo en el oriente de Antioquia), el control mejorado de enfermedades foliares y el aumento de la densidad de siembra, fueron relativamente más importantes que la aplicación adicional de fertilizante o el tratamiento de la semilla, mientras que en la época principal de siembra (B) en las áreas del

centro de Nariño donde se cultiva fríjol arbustivo (en monocultivo) y en el norte de Nariño (intercaladas con maíz), la aplicación de fertilizante produjo un efecto agronómico mayor. Las tasas de retorno de inversión para estos diferentes factores de producción se describen en la sección de Economía de este informe. Aunque no se puede esperar que la importancia de los factores de producción en las áreas escogidas para trabajos a nivel de finca en Colombia sean igualmente representativos de las áreas donde se cultiva fríjol dentro del área de mandato del CIAT, la importancia de la fertilidad del suelo y de la sequía en dos de las cuatro zonas, ha influido considerablemente en la percepción de la evolución de las prioridades del Programa de Fríjol en mejoramiento para situaciones de estrés.

Los rendimientos de fríjol arbustivo en el primer semestre (A) en el centro y norte de Nariño fueron bajos principalmente debido a los efectos de sequía y tal vez a la interacción de sequía con baja fertilidad del suelo. Ningún factor de producción modificable cambió esta situación.

Retroalimentación del sur de Nariño a los programas de mejoramiento

Dos líneas de fríjol voluble muy promisorias fueron identificadas en la época 1982/83. Ecuador 605, una accesión de germoplasma con el tamaño y color de grano, además del hábito de crecimiento (IVB) deseable y que es casi idéntica a Mortiño, la variedad local más común (72% del área sembrada), fué identificada en la estación experimental de ICA Obonuco y en dos experimentos a nivel de finca en 1981/82 por tener niveles aceptables de rendimiento y considerable tolerancia a antracnosis. En 1982/83 superó en rendimiento a Mortiño con un promedio de 243 kg/ha en cuatro ensayos de variedades (Cuadro 87) y cinco ensayos exploratorios (Cuadro 88); maduró un mes antes e impresionó a los agricultores.

En ensayos exploratorios, Ecuador 605 superó en producción a Mortiño en todos los niveles de tecnología y respondió mejor al aumento en la densidad de fríjol que Mortiño (logrado con el cambio del arreglo del maíz en el surco sin cambiar la densidad de la población de maíz) (Cuadro 88). En general, el aumento en la producción de fríjol mermó la producción del maíz en el sistema de asociación directa, pero el aumento de la densidad del fríjol con el cambio en arreglo del maíz aumentó los rendimientos de ambos (Cuadro 85 y 88).

Teniendo en cuenta estos resultados, Mortiño y Ecuador 605 fueron sembrados en 1983B con tres niveles diferentes de tecnología : (1) el del agricultor; (2) la aplicación de benomyl para control de enfermedades; y (3) la aplicación de benomyl más el cambio del arreglo del maíz y de la densidad del fríjol en 14 experimentos de verificación en la zona, que se espera confirme la utilidad de nuevas tecnologías combinadas con el uso de Ecuador 605.

Uno de los factores que limitan la producción del cultivo en el sur de Nariño, identificado por investigadores locales, fué el ciclo de maíz y fríjol demasiado largo (9 a 11 meses dependiendo de la altura). En un esfuerzo por acortarlo, se buscó en 1982/83 una variedad de maíz precoz,

de tallo fuerte, para acompañar la variedad de frijol recientemente lanzada, precoz y menos agresiva, llamada ICA Llanogrande. Se hizo la evaluación con diferentes densidades de maíz y frijol.

El rendimiento más alto de frijol y el ingreso neto más alto para el sistema en conjunto fué obtenido con cuatro granos de maíz y ocho de frijol/m² cuando se usó Llanogrande. Cundinamarca 431, una accesión de germoplasma de maíz recomendada por el ICA para este experimento (también un progenitor del híbrido H556) fué la población de maíz que dió el rendimiento más alto de frijol manteniendo a la vez un rendimiento aceptable de maíz y dando el ingreso más alto (Cuadro 89). Aún cuando se calculó el promedio de todas las densidades evaluadas, incluyendo las menos favorables, rindió solamente 180 kg/ha menos que el maíz local y permitió 325 kg/ha más de rendimiento de frijol (Cuadro 85). Adicionalmente, maduró dos meses antes que el maíz local.

Sin embargo, Llanogrande se adaptó muy poco a las fincas del sur de Nariño (Cuadro 87 y 89) a pesar de su buen comportamiento en la estación de ICA Obonuco la cual sirve el área.

Para continuar los experimentos en la intensificación del sistema de cultivos en 1983/84 se necesitaba una variedad mejor adaptada. Afortunadamente, esta fué identificada en el ensayo de variedades en 1982/83 como la nueva línea 32980 [m(4)-ma-mb]-1-41 que resultó de un cruce originalmente hecho por el ICA, y cuya selección se siguió en el programa colaborativo CIAT-ICA en Obonuco. Esta fué la más promisoría de cinco líneas evaluadas en el campo por primera vez y la que tenía el más alto rendimiento de todas las entradas de frijol voluble en el ensayo de variedades de frijol, a pesar de su precocidad (Cuadro 87). También tuvo tolerancia a antracnosis y un tipo de grano algo similar a la variedad local Cargamanto Rayado. Por lo tanto en 1983/84 el 32980-1-41 se sembró con Cundinamarca 431 en varias densidades de población de maíz y frijol.

Las dos líneas Ecuador 605 y 32980-1-41 representan dos diferentes estrategias para mejorar el componente varietal del sistema de cultivos en el sur de Nariño. Ecuador 605 implica pocos cambios para el agricultor o el intermediario en cuanto al hábito de la planta o el tipo de grano, pero con precocidad y resistencia adicional a enfermedades. El 32980-1-41 representa un cambio mayor en el tipo de semilla, y hábito de planta. Adicionalmente, si se cultiva con una variedad de maíz más precoz, existe la posibilidad de adicionar otro cultivo al final del ciclo. Aparentemente, también se puede cultivar con el maíz local. La incidencia de antracnosis fué baja en 1982/83 pero como ambas líneas tienen alguna resistencia a esta enfermedad, se puede esperar que sobrepasen la variedad local Mortiño en un año con alta incidencia de enfermedades.

Pocos agricultores cultivan frijol arbustivo en el sur de Nariño pero el ICA está ofreciendo una alternativa para el sistema de producción del frijol a los agricultores. Los resultados de dos líneas arbustivas evaluadas (Cuadro 87) sugieren que un cambio tan radical puede ser justificado aunque contrario a la experiencia usual de la

conveniencia de trabajar con los sistemas actuales de siembra de los agricultores.

Aunque todas las líneas superiores fueron identificadas en la Estación Experimental de Obonuco, la baja correlación de su comportamiento entre la estación y las fincas (Cuadro 90) para todo el grupo evaluado, indica que no sería aconsejable de llevar inicialmente de la estación a la finca, un grupo inferior en número a los 11 de fríjol voluble (más tres testigos locales) evaluados en 1982B. De hecho, puede ser aconsejable seleccionar un número mayor de materiales en una etapa más temprana. Este proceso se inició en el sur de Nariño en 1983B con la siembra de 120 materiales de progenitores de fríjol voluble del bloque de cruzamiento para climas fríos de la región andina con el fin de evaluarlos a nivel de finca. En el futuro las líneas avanzadas y posiblemente también las generaciones segregantes serán seleccionadas en la finca.

Había además poca correlación entre el comportamiento del fríjol en diferentes fincas. Como que las dos líneas arbustivas de fríjol evaluadas estaban entre las de más alto rendimiento en todas las fincas excepto una, el incluirlas en el análisis aumentó los coeficientes de correlación (Cuadro 90).

Otro ejemplo de una activa retroalimentación de información en investigación en fincas le dan los métodos de aplicación de fertilizantes a sistemas de fríjol voluble sembrados con . Se encontró en las encuestas de 1982 que la mayoría de los agricultores aplicaron 100 kg/ha de 13-26-6 como fertilizante químico y que algunos lo aplicaron debajo de la semilla como recomiendan normalmente los agrónomos. Por lo tanto, el fertilizante usado en diferentes tipos de ensayos se aplicó de la misma manera. Hubo una sequía considerable en el momento de la siembra que aparentemente causó quemazón por el fertilizante en aquellas parcelas más intensamente abonadas. Se sembraron dos ensayos en 1983B para investigar este problema. Los resultados de establecimiento de plantas en uno de los ensayos (Cuadro 91) no sólo muestran el peligro de aplicar grandes cantidades de fertilizante debajo de la semilla, sino que también confirman la validez de la práctica de aplicar fertilizante por encima de la semilla (una práctica cuya recomendación fué inicialmente puesta en duda por los agrónomos). El uso de una mezcla de fosfato de roca de Huila con DAP produjo problemas serios similares con pérdidas de plantas a pesar de habersele mezclado con la tierra, posiblemente debido a la úrea y al cloruro de potasio que se añadieron a la mezcla con el fin de igualar su contenido nutritivo con la fórmula compuesta.

Retroalimentación del centro de Nariño a los programas de mejoramiento.

En el sistema de monocultivo de fríjol arbustivo en el centro de Nariño, el segundo semestre se confirmó ser tan productivo y asequible a nuevas inversiones tecnológicas (Cuadro 85) aunque el primer semestre pareciera altamente marginal, siendo la sequía el principal factor limitante.

En 1982B la variedad local Limoneño, con un tipo de grano similar al de Calima, fué escogida como el testigo principal de los agricultores en los ensayos. La accesión de germoplasma peruana, Ancash 66, identificada como promisoría en las estaciones de CIAT e ICA, superó en rendimiento a Limoneño en todas menos dos de las siete fincas donde se evaluaron conjuntamente. Su respuesta a los insumos fué igual a la obtenida con Limoneño pero a un nivel de rendimiento más alto. Aunque su color de grano (crema/púrpura, cambiando a rojo cuando se cocina) es ligeramente menos preferido que el de Limoneño (rojo/crema); esto fué compensado por su mayor capacidad de rendimiento que es ilustrado por los datos presentados en el Cuadro 92. (Estos datos tienen relación con un diseño particular del experimento. Si se utilizan las respuestas promedios para Ancash 66 y fertilizante, obtenidas de diferentes experimentos y presentadas en el Cuadro 85, los retornos son algo diferentes).

Normalmente, Ancash 66 es clasificado como un tipo IIIb en ensayos en estaciones experimentales, y se evalúa con frijón voluble casi siempre. En ensayos de finca resultó ser muy variable en de su hábito de crecimiento. En condiciones de baja fertilidad, Ancash 66 se comportó como un tipo II compacto, sin guía aparente y alto índice de cosecha. Bajo condiciones más fértiles, mostró un hábito de tipo IIIa con ramas bien arriba del nivel del suelo y con un poco desarrollo de la guía, mientras que bajo condiciones de alta fertilidad, formó una cobertura densa con algunas ramas arrastrándose en el suelo y profusas guías entreveradas arriba. Estos cambios son ilustrados por los datos en el Cuadro 93 donde el cambio en el tamaño de la planta no es acompañado por un aumento correspondiente en rendimiento. Estas observaciones de variabilidad de hábito en las fincas han ayudado al programa en el entendimiento de interacciones de genotipo y ambiente para hábito de crecimiento.

Aunque Ancash 66 rindió más que Limoneño, en los experimentos regionales de variedades fué superado por la variedad local Argentino, la cual ha sido gradualmente adoptada por los agricultores desde su aparición en 1977. Aunque sufre un descuento de hasta 40% debido a su color de grano y tamaño (púrpura, granos pequeños a medianos), Argentino ha sido aceptado por los agricultores debido a su alta resistencia a estrés. El Cuadro 94 provee un resumen del comportamiento relativo de Argentino, Ancash 66 y Limoneño en primer y segundo semestre a diferentes altitudes en el centro y norte de Nariño. La superioridad de Argentino sobre Limoneño mermó cuando fué sembrado a menos de 1.700 nm, aunque Argentino está aparentemente adaptado hasta los 1.000 nm. Aparentemente Ancash 66 no se adapta por debajo de los 1.400 nm y generalmente fué superado por Argentino con la sorprendente excepción del norte de Nariño en 1982A.

La estabilidad y la amplia adaptación de Argentino han llevado a su adopción como testigo de los agricultores en los experimentos de 1983B en el centro de Nariño. Más importante aún, ha sido utilizado como testigo en los viveros internacionales y utilizado más intensamente que antes como progenitor en cruces del programa de mejoramiento para la región andina y el este de Africa.

Cuadro 84. Localizaciones y número de ensayos sembrados en fincas en Colombia en 1982B y 1983A.

Tipo de ensayo	Oriente de Antioquia 1982B	Sur de Nariño 1982B	Centro Nariño 1982B	Norte de Nariño 1982B	Oriente de Antioquia 1983A	Centro Nariño 1983A	Norte de Nariño 1983A
<u>Ensayos de variedades</u>							
Variedades de frijol	5 ^a	4 ^a	2	2	2	3	4
Variedades de maíz	-	-	-	1	-	-	-
<u>Ensayos exploratorias</u>							
Ensayos exploratorio de EVFD ^b	-	6 ^a	2	3	-	6	6
Ensayos exploratorio IETV ^c	-	-	2	2	-	5	6
Ensayos exploratorio de intensificación (maíz y frijol más precoces + altas densidades)	-	4 ^a	-	-	-	-	-
<u>Ensayos para determinación de niveles económicos</u>							
Variedad x prácticas culturales	12	-	-	-	4	-	-
Fertilizantes (N, P, K, Mg, Zn, B)	-	4	1	1	-	-	-
Tratamientos de semilla y suelos	-	2 ^a	-	-	-	-	-
Control de minadores	-	2	-	-	-	-	-
<u>Ensayos de verificación</u>	3 ^a	2 ^a	-	-	3	-	-
Total	20	24	9	10	9	14 ^d	16 ^d

- a. Copia del ensayo sembrado en la estación experimental cercana para comparación.
- b. Control de enfermedades foliares x variedad x fertilizante químico x densidad de frijol (ensayos factorial 2⁴).
- c. Control de insectos foliares x control de enfermedades foliares x tratamiento de la semilla x variedad (ensayos factorial 2⁴).
- d. Dos ensayos pequeños/finca.

Cuadro 85. Aumento de rendimiento de frijol arbustivo y voluble en kg/ha en monocultivo y en asociación con maíz como una respuesta a cambios en prácticas varietales y culturales y sus interacciones en los que D= densidad; E= control de enfermedades; F= fertilizante; y V= variedad. Interacciones positivas (+) o negativas (-) se indican donde son pertinentes.

	Sur de Nariño		Centro de Nariño		Norte de Nariño	
	Frijol	Maíz	Frijol 'B'	Frijol 'A'	Frijol 'B'	Frijol 'A'
<u>Cambios en prácticas en frijol</u>						
Control mejorado enfermedades foliares	313	-166	235	54	186	21
Control de insectos foliares	--	--	107	0	169 ^e	55
Tratamiento de semilla con fungicida	0 ^a	--	316		53	
Tratamiento del suelo con insecticida	0	--	31	11	124	-14
Fertilización química con 39N-34P-15K adicional	119 ^b	33 ^b	494	74	315	90
Aplicación de elementos menores	200 ^b	0	70	--	0	--
Elemento menor aplicado		(Mg)	(Zn)			
Aumento de densidad en frijol	245 ^g	334 ^g	108	97	20	67
<u>Cambio de variedad de frijol</u>						
Cambio de la variedad del agricultor a la principal línea nueva evaluada	243	-156	213	30	-56	2
Cambio de la variedad del agricultor a la línea nueva más promisoría	490	-317	461	307	601	112
Variedad usada por el agricultor	Mortiño		Limoneño		Limoneño	Nima
Línea nueva principal	Ecuador 605		Ancash 66		BAT 1235	
Línea(s) nueva(s) más promisoría(s)	32980-1-41		Argentino		ICA L-23 Argentino	BAT 1297
Cambio a nueva variedad de maíz					0	
Variedad de maíz	325	180	--	--	(+564) ^f	--
	Cundinamarca		--	--	MB311 ^f	--
	431					
Rendimiento del agricultor	401	1997	978 ^c	386 ^c	537	252
					(+800)F	(+300)F
Población de plantas/m ² cosechada por el agricultor	1.7	2.3	14.6	14.6 ^d	7.2	6.0 ^d
Interacciones detectadas	DV+**	Ausente	Ausente	VF-*	Ausente	Ausente
	DE+**					

(continúa)

(Cuadro 85. Continuación)

- a. El efecto parece bajo: conflicto con las observaciones de importancia en la zona.
- b. Se hizo el estimativo asumiendo que la aplicación correcta en el surco evitaría pérdidas de plantas causadas por la aplicación a la siembra.
- c. Obtenido por agricultores que utilizan Argentino. Limoneño produjo mucho menos pero obtuvo un mejor precio.
- d. Estimado.
- e. El resultado parece alto en comparación con las observaciones en el campo en cuanto a importancia de insectos.
- f. Cambio estimado en el rendimiento de maíz.
- g. El espaciamiento del maíz fué cambiado para aumentar la densidad del fríjol.

* Significativo al nivel $P < 0.05$.

** Significativo al nivel $0.05 < P < 0.10$.

Cuadro 86. Incremento de rendimiento en kg/ha de frijol arbustivo y voluble en relevo con maíz como una respuesta a prácticas varietales y culturales en ensayos de finca en Antioquia en dos municipios, desarrollados - El Carmen (E) y Marinilla (M) y uno menos desarrollado - San Vicente (S), de 1978 a 1983A.

Epoca	1983A	1982B	1981B	1980B	1979B	1978B	Pro- medio	1982B
Ciudad	E	E&M	E	E	E	E	E&M	S
No.de fincas	4-9 ^a	8	14	15	15	11	--	2,4 ^b
<u>Cambio de fertilización</u>								
Control de enfermedades foliares cambio de maneb a benomyl/maneb								
	--	111	625 ^c	569 ^c	--	--	402	18
Aplicación de carboxin + carbofuran o aldrin 200 kg/ha adicional 13-26-6								
	95	--	--	--	-202 ^d	--	-53	--
Inoculación con Rhizobium en vez de N								
	16	--	--	--	--	--	16	--
Aumento de población de frijol								
Estacas como soportes adicionales								
	--	--	--	681	478 ^e	569	576	--
Mas frijol/sitio de maíz								
	36	--	467	174	--	--	226	--
Cambio de arreglo de maíz								
	--	103	--	--	--	--	103	439
	--	-188M	--	--	--	--	-188M	179M
<u>Aumento de población de frijol m²</u>								
Proyectado de								
a	2.0	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	--	1.65
	5.0	4.7	4.7	7.0	7.0	7.0	--	3.3
Cosechado de								
a	2.8	2.0	--	--	--	1.8	--	1.2
	3.9	2.7	--	--	--	5.2	--	2.5
<u>Cambio de variedad de frijol</u>								
Cargamento a Llanogrande								
	110	219	259	201	--	--	197	-189
Cargamento a La Selva 1								
	13	119	--	--	--	--	64	277
Cargamento a Viboral								
	--	-11	36	-204	-142	--	-80	-51
<u>Cambio de variedad de maíz</u>								
Montaña a ICA V-402								
	--	141M	--	--	--	--	141M	659M
<u>Rendimiento del agricultor</u>								
Fríjol:								
	1,086 ^f	902	1,013	957	1,192	1,000	1,025	600
Maíz:								
	2,500 ^f	1,704	--	--	--	--	2,000 ^f	1,955

- a. Nueve fincas para datos de variedad, seis para datos de tratamiento de semilla, cuatro para otros datos.
- b. Dos fincas para datos de frijol, cuatro para datos de maíz.
- c. Diferencia estimada entre rendimiento de agricultores que usan y los que no usan benomyl.
- d. Solo carbofuran.
- e. Incluye el efectos del tratamiento de la semilla con fungicida. Un incremento mayor en la población $7.0 - 9.5/m^2$ causa una reducción en rendimiento de 56 kg/ha.
- f. Estimado.
- M. Cambios de rendimiento en el maíz

Cuadro 87. Resultados seleccionados de un experimento de variedades de frijol en el sur de Nariño 1982B (promedio de cuatro fincas) con 16 entradas en que la densidad del frijol voluble fué sembrado a cuatro plantas/m² y se cosecharon 2.8 plantas/m² y frijol arbustivo se sembró a 25 plantas/m² y se cosecharon 5.9 plantas/m².

	Largo del ciclo de frijol en meses	Rendimiento de frijol kg/ha	Rendimiento de maíz kg/ha	Color de grano	Peso del grano (mg)
32980-1-41	7.5	956	1745	Crema/negro	700
Ecuador 605	8.5	707	1920	Púrpura/crema	620
Mortiño (testigo)	9.5	466	2062	Púrpura/crema	750
Llanogrande	7.5	293	1747	Crema/púrpura	530
TIB 33411 (Frijol arbustivo)6.0		1470 ^a	0	Rojo/crema	480
TIB 33341 (Frijol arbustivo)6.0		1231 ^a	0	Rojo	520
LSD (5%)		365	765		

a. Sufrió severa enfermedad foliar por encima de los 2.700 mmm aproximadamente.

Cuadro 88. Rendimiento, costos y beneficios de nuevas tecnologías con Mortiño y Ecuador 605 (de un experimento exploratorio para control de enfermedades x variedad x fertilizante x densidad con un promedio de cinco fincas en el sur de Nariño, 1982B).

	<u>Tecnología del agricultor</u>		<u>Densidad aumentada de frijol</u>		<u>Mejor control de enfermedades foliares</u>		<u>Incremento en densidad de frijol + control de enfermedades</u>	
	Fríjol	Maíz	Fríjol	Maíz	Fríjol	Maíz	Fríjol	Maíz
<u>Rendimiento (kg/ha)</u>								
Mortiño	435	1,832	550	2,094	658	1,462	890	2,049
Ecuador 605	592	1,617	818	1,874	847	1,509	1,253	1,736
Incremento debido a cambio de variedad	157	-215	268	-220	189	47	363	-313
<u>Costos variables (\$Col/ha)^a</u>	8,253		11,276		10,835		13,858	
<u>Beneficio neto (\$Col/ha)</u>								
Con Mortiño	38,129		45,896		39,348		59,233	
Con Ecuador 605	41,693		54,845		49,602		71,061	
							Fríjol	Maíz
DMS (5%) para rendimiento (kg/ha), mismo control de enfermedades							159	441
DMS (5%) para rendimiento (kg/ha), con diferente control de enfermedades							168	513

a. Costos fijos en \$Col, 10.831/ha.

Cuadro 89. Resultados seleccionados (promedio de tres fincas) de un ensayo exploratorio de intensificación con un total de 16 tratamientos en el sur de Nariño, 1982B.

Variedad de maíz	Variedad de frijol	Densidad/m ²		Rendimiento en kg/ha		Costos variables ^a (\$Col/ha)	Ingreso neto (\$Col/ha)
		Maíz	Frijol	Maíz	Frijol		
Local	Llanogrande ^c	4	8	2706	582	6,901	46,969
Cacahuacintle ^c	Llanogrande ^c	4	8	2597	637	5,979	48,021
Cundinamarca 431 ^c	Llanogrande ^c	4	8	2847	861	5,979	62,080 ^b
H556 ^d	Llanogrande ^c	4	8	3371	477	5,979	56,554
Local	Mortiño (testigo)	4	2	2147	545	2,159	43,872 ^b

a. Costos fijos = \$22,759 Col/ha.

b. Tratamientos económicamente eficientes.

c. Dos meses más precoz que la variedad local.

d. Un mes más precoz que la variedad local.

Retorno de información del norte de Nariño a los programas de mejoramiento.

En el segundo semestre en El Tambo, en el norte de Nariño, líneas tales como ICA L-23 y Diacol Nima las cuáles no tienen altos niveles de resistencia a enfermedades generalmente rindieron más que líneas del Programa de Fríjol del CIAT, que tienen más genes de resistencia a enfermedades. En el primer semestre, ICA-L-23, la línea de más alto rendimiento, y aparentemente la más estable en 1982B, estuvo entre las líneas de más bajo rendimiento (Cuadro 95). Sin embargo, en 1983B ICA L-23 se siguió evaluando como la línea más promisoría para la siembra del segundo semestre, la cual es la más importante.

La línea originalmente seleccionada como representativa de las variedades mejoradas con resistencia a enfermedades, BAT 1235, no mostró ninguna ventaja en rendimiento sobre los testigos de los agricultores - Limoneño para 1982B y Nima para 1983A (Cuadro 85). La fertilización química, seguida por el control de enfermedades y de insectos fueron los factores que causaron la respuesta más grande en rendimiento en 1982B y por lo tanto han entrado a los experimentos de verificación en 1983B.

Sin embargo, la aplicación de fertilizante no dió una tasa de retorno a la inversión adecuada en el grupo de tres ensayos exploratorios (Cuadro 96), aunque el efecto fué mayor en un ensayo preliminar de fertilización. Por lo tanto se ha reducido la cantidad de fertilizante aplicada en ensayos de verificación, a 200 kg/ha y se está llevando a cabo un ensayo de fertilización en más fincas en 1983B.

En el norte de Nariño, líneas de progenitores, poblaciones F_4 y las líneas avanzadas se están evaluando de manera preliminar en el campo en 1983B para ayudar a los fitomejoradores del CIAT en la búsqueda de materiales con granos rojos grandes o medianos mejor adaptados a estas condiciones.

Retorno de información del oriente de Antioquia a los programas de mejoramiento.

En 1982, los ensayos se manejaron en dos municipios más desarrollados. El Carmen y Marinilla, que habían sido estudiados previamente en trabajos a nivel de finca por ICA-CIAT, y en un municipio menos desarrollado - San Vicente, donde el trabajo del ICA-CIAT en fríjol comenzó en 1982A. Los resultados para estos dos áreas se presentan por separado en el Cuadro 86. Adicionalmente, se incluyen los efectos de los cambios en prácticas culturales y variedades evaluados desde 1978 en El Carmen (Ver Informe Anual del Programa de Fríjol, 1979 - 1981).

En 1982, los investigadores sembraron tanto maíz como fríjol en los ensayos en el sistema de relevo utilizado en esta área. En vez de sembrar fríjol en relevo con el maíz del agricultor, se probaron los beneficios de cambiar el arreglo del maíz en el surco sin cambiar su densidad con el fin de aumentar la densidad del fríjol. Además, esto dió la oportunidad de probar la variedad de maíz ICA V-402 en ciertos

tratamientos. El efecto del cambio en el arreglo del maíz sobre el frijol era poco para producir beneficio económico en El Carmen y Marinilla, y también produjo un pérdida de rendimiento en el maíz. En San Vicente, sin embargo, donde las densidades de maíz y frijol son más bajas debido al mayor espacio entre hileras y entre plantas, el efecto del cambio fué positivo tanto para el maíz como para el frijol (Cuadro 86).

El efecto de cambiar el control de enfermedades foliares, de maneb (cuatro veces) a benomyl + maneb (dos veces) fué pequeño en ambas zonas, probablemente porque *Ascochyta* que no es controlada por el benomyl parece haber reemplazado a la antracnosis como la principal enfermedad en el área. Además, muchos agricultores ahora utilizan benomyl en mezclas con otros químicos, y el cambio debe ahora considerarse como incorporado en las prácticas de los agricultores.

La ventaja en el rendimiento de ICA-Llanogrande sobre Cargamanto en el Carmen y Marinilla (219 kg/ha) fué similar a la de los últimos dos años (Cuadro 86). Para sorpresa nuestra no mostró mayor respuesta que Cargamanto al aumento de la densidad, ni al control mejorado de enfermedades (*Ascochyta* fué la enfermedad principal). Parece poco probable que ICA Llanogrande sea fácilmente adoptada por los agricultores en estas áreas en vista de la poca ventaja en rendimiento y del descuento en su precio, aunque en otras áreas de Colombia se espera que su ventaja en rendimiento sea mayor.

La línea ICA La Selva I, identificada como promisoría en fincas en 1982A y confirmada en 1982B, tuvo más éxito pues tiene un tipo de grano casi idéntico a Cargamanto y es igualmente apreciada por los agricultores. Su ventaja en rendimiento, relativamente pequeña (119 kg/ha), puede ser suficiente para facilitar su adopción por algunos agricultores de mayor importancia, ICA La Selva I es más estable que Cargamanto o Llanogrande. Esto fué particularmente evidente en suelos pobres y con las bajas densidades de planta de San Vicente, donde la Selva I rindió más que Cargamanto y Llanogrande rindió muy poco. La Fig. 6 confirma que las líneas clasificadas como del tipo IVb en la estación experimental (Cargamanto y La Selva I) son más estables que las de tipo IVa (Llanogrande y V6785-325). Los experimentos incluidos en este análisis de estabilidad fueron efectuados cuando la incidencia de antracnosis era baja, por lo tanto las respuestas medidas, son principalmente reacciones a fertilidad del suelo. La Selva I es particularmente estable. Estos resultados han llevado a un incremento en el énfasis dado al tipo IVb en el fitomejoramiento en el CIAT para frijol voluble, aunque todavía se le da énfasis al tipo IVa debido al reducido peligro de volcamiento del maíz.

En 1983, la época de siembra de los ensayos en el Carmen fué adelantada a marzo con el fin de nuevamente sincronizar la época de siembra con la de los agricultores que han estado tratando de obtener un mejor precio para su cultivo de frijol al cosecharlo. Se mantuvieron las fechas de siembra de ensayos de frijol en Marinilla y San Vicente en agosto y septiembre. Hubo poca incidencia de enfermedades y excelente desarrollo de la planta en El Carmen en 1983A, así que ninguna de las prácticas agronómicas aplicadas (tratamiento de semilla, fertilizante

químico adicional, aumento de densidad) tuvo un efecto significativo en el rendimiento de cualquier variedad evaluada (Cuadro 86). El beneficio obtenido de La Selva 1 y Llanogrande como variedades resistentes a enfermedades también fué poco. Sin embargo, como La Selva¹ rindió igual que Cargamanto en un año con pocas enfermedades y tiene el mismo precio de venta, es de esperar que rendiría más que Cargamanto en términos agronómicos y económicos en un año de mayor incidencia de antracnosis.

En el oriente de Antioquia, la falta de correlación entre las fincas y la estación experimental en ensayos de variedades, y entre una finca y otra, ha parecido a la presentada en el sur de Nariño (Cuadro 97). Se sospecha que niveles de fósforo en el suelo causan esta divergencia. Por lo tanto, los ensayos de variedades se están llevando a cabo en 1983B en dos niveles de fertilidad y en un mayor número de fincas que en 1982.

Adaptación de metodología

La metodología básica dentro de la cual se están evaluando diferentes estrategias, ya ha sido descrita (Informe Anual del Programa de Fríjol de CIAT Sección de Investigación a Nivel de Finca, 1982). Se ha modificado ligeramente para especificar más claramente las etapas involucradas en la caracterización de la situación del agricultor (Fig. 7). La metodología provee un marco, tanto para actividades de encuestas como para ensayos, de las etapas y funciones diferentes involucradas en la investigación a nivel de finca. Se le está dando mayor énfasis al diseño y a la evaluación de estrategias cuando el tiempo o los recursos son limitados.

Los tipos de ensayos diseñados y las etapas iniciadas simultáneamente (Cuadro 84) fueron concebidas teniendo en mente la probable estrategia de un programa nacional de investigación a nivel de finca, en vez de proveer un retorno de información específico para el programa de Fríjol del CIAT. Los resultados reportados arriba, indican sin embargo que dentro de zonas específicas se pueden lograr ambos objetivos con el mismo tipo de ensayos.

En todas las tres zonas de Nariño, se demostró la utilidad de comenzar simultáneamente ensayos en variedades y ensayos exploratorios (en los que la variedad es un componente) y algunos ensayos de determinación (los cuáles pueden utilizar específicamente la variedad más promisoría). Esto es particularmente valioso cuando ya está disponible alguna información sobre variedades promisorias. Si no hay información disponible sería mejor llevar a cabo primero ensayos de variedades durante una estación. Aún en el norte de Nariño donde la variedad inicial escogida no fué correcta, se obtuvo mucha información gracias a la estrategia de manejar varias etapas en el primer año.

La conveniencia de comenzar con experimentos de verificación desde el primer año depende principalmente de la urgencia con que se requiera una recomendación en primera aproximación. La experiencia en el sur de Nariño con este tipo de ensayo en el primer año no fué positiva ya que

se comprobó que la variedad escogida (ICA Llanogrande) no se adaptaba a fincas en esa área.

Cuando se conoce muy poco de una época de siembra en un área específica, o el riesgo es alto, puede ser preferible comenzar con solo ensayos exploratorios y de variedades como se hizo en el centro y Norte de Nariño en 1983A.

El comportamiento de grupos de variedades evaluadas en ensayos de variedades ha sido generalmente más variable de lo esperado. Esto llevó en 1983B a un incremento en el número de ensayos de variedades sembrados por época en cada zona, siendo típico usar hasta cuatro en las condiciones heterogéneas de las zonas de trabajo en Colombia.

Los ensayos exploratorios con arreglo factorial de tratamientos pueden ser diseñados con más de una replicación/finca, solo una/finca, o aún con un bloque incompleto/finca. Los primeros dos métodos han sido evaluados por el Programa de Frijol del CIAT y el segundo parece ser preferible en este momento ya que con los mismos recursos, se puede obtener una respuesta promedia a factores de producción en una muestra más representativa de las fincas en una zona.

Una de las etapas más críticas en la investigación a nivel de finca, la más difícil de conceptualizar y de enseñar es el estudio de los factores limitantes identificados en el reconocimiento y la encuesta, luego la identificación de aquellos que proveen las mejores oportunidades para soluciones socioeconómicamente viables a través de investigación y los componentes tecnológicos correspondientes. Estos deben después ser incorporados en uno o más experimentos en las diferentes etapas de investigación agronómica. Un ejemplo de este proceso se presenta en el Cuadro 98 para el Sur de Nariño, en el cual el número de oportunidades de investigación y componentes tecnológicos disponibles fué alto.

Capacitación y Establecimiento de una Red de Investigación a Nivel de Finca

Como se mencionó en la introducción, un proyecto piloto para capacitación y establecimiento de la red para investigación a nivel de fincas, en sistemas de cultivo de frijol en América Latina fué preparado por el personal del CIAT y aprobado por la Fundación Ford. Las actividades de capacitación seguirán más de un modelo. El primer curso intensivo en el CIAT se dará durante siete semanas desde marzo hasta mayo de 1984, siguiendo la fase multidisciplinaria de capacitación de postgrado de frijol. Adempás habrán cursos basados en investigación a nivel de fincas orientados regional o nacionalmente, en los cuáles se efectuarán los pasos de la investigación en fincas en un área específica.

Como preparación para ambos tipos de cursos, dos miembros del personal del CIAT asistieron en calidad de observadores a una fase de un curso similar llevado a cabo por el CIMMYT en Honduras. También están en progreso las discusiones sobre capacitación regional en investigación a nivel de finca en América Central con CATIE. Se espera que de ambos

Cuadro 90. Correlaciones entre rendimientos en cuatro fincas del sur de Nariño y la estación experimental de Obonuco en 1982B.

Rendimientos evaluados	Entre fincas individuales		Entre fincas individuales y la estación experimental		Promedio de clasificación de fincas y la estación
	Rango ^a	No. significativo ^b	Rango ^a	No. significativo ^c	
14 fríjol voluble	0.02 to 0.37	0	-0.10 to 0.51	0	0.34
14 fríjol voluble+ 2 fríjol arbustivo	0.22 to 0.90***	1	0.31 to 0.95***	2	0.86***
Maíz local con 14 de fríjol voluble	-0.19 to 0.46*	1	-0.49* to 0.37	-1	-0.10

a. Valores de coeficiente de correlación de Pearson y su nivel de significancia.

b. Al nivel de 0.05, total de seis comparaciones.

c. Al nivel de 0.05, total de cuatro comparaciones.

Cuadro 91. El efecto del método de la aplicación de fertilizante sobre el establecimiento de plantas en el sistema de maíz/fríjol voluble en el sur de Nariño en 1983B.

Aplicación	%	
	Fríjol	Maíz
Sin fertilización (para ser fertilizado al aporcar)	74	46
Al lado en un hoyo (500 kg/ha 13-26-6)	70	45
Arriba de la semilla (500 kg/ha 13-26-6)	45	29
Debajo de la semilla (500 kg/ha 13-26-6)	17	15
Debajo de la semilla (DAP/urea/Kcl/roca fosfórica)	4	9

Cuadro 92. Retornos económicos a la variedad nueva y el uso de fertilizante en el centro de Nariño en 1982B (promedio de dos fincas en un ensayo de control de enfermedades X variedad X fertilizante X densidad).

	Limoneño		Ancash 66	
	Sin fertilizante	300 kg/ha 13-26-6	Sin fertilizante	300 kg/ha 13-26-6
Rendimiento (kg/ha)	342	920	692	1209
Ingreso bruto (\$Col/ha)	15,390	41,400	31,140	54,405
Costos totales(\$Col/ha)	15,860	23,546	15,860	23,546
Ingreso neto(\$Col/ha)	-470	17,854	15,280	30,859

Cuadro 93. Efecto de cambios de fertilidad basados en altura de la planta y rendimiento de Ancash 66, en un ensayo de con fertilización en una finca en el centro de Nariño en 1982B.

Aplicación kg/ha	Altura de la planta (cm)	Rendimiento (kg/ha)
<u>Promedio de niveles de P</u>		
0 N	44.9 c*	1414 b
46 N	52.1 b	1675 a
92 N	68.2 a	1745 a
<u>Promedio de niveles de N</u>		
0 P	49.7 b	1537 a
40 P	56.8 a	1597 a
80 P	58.8 a	1725 a

* Los promedios en la misma columna seguidos por la misma letra(s) no son significativamente diferentes ($P=0.05$) de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan dentro de los niveles de N y P.

Cuadro 94. Comparación de rendimientos en kg/ha de Argentino y Ancash 66 con Limoneño en diferentes zonas y épocas.

	<u>En monocultivo en el centro de Nariño</u>				<u>Intercalado con maíz en el norte de Nariño</u>		
	1982B		1983A		1982A	1982B	1982B
<u>Altura (msl)</u>	1,800-2,300		1,800-2,300		1,400-1,500	1,320	1,050
<u>No. de fincas</u>	4	7	3	14	3	1	1
<u>Variedades</u>							
Argentino	1,270	ne	386	ne	738	907	434
Ancash 66	ne ^a	1,197	244	353	949	272	0
Limoneño	809	985	79	323	687	707	298
<u>Superioridad varietal</u>							
Argentino sobre Limoneño	461	-	307	-	51	200	136
Ancash 66 sobre Limoneño	-	212	165	30 ^b	262	-435 ^c	-298
Argentino sobre Ancash 66	249 ^b		142 ^c	277 ^b	-211 ^c	635 ^c	434 ^c

a. ne = no evaluado.

b. Diferencia calculada

c. Diferencia real en el mismo ensayo(s).

173

Cuadro 95. Comportamiento contrastante de líneas de frijol en el primer y segundo semestre en El Tambo, en el norte de Nariño. Rendimiento en kg/ha.

Estación	1982B	1982B	1982A	1983A
No. de fincas	1	1	3	4
Altura (msnm)	1,320	1,050	1,400-1,510	1,320-1,420
ICA Línea 23	1,120	1,087	548	173
ICA Línea 24	1,098	659	677	269
BAT 1235	900	306	956	286
BAT 1297	1,165	806	875	399
Argentino	907	434	738	398
Nima (testigo)	1,155	590	631	286
LSD (5%)	242	224	156	88

Cuadro 96. Respuesta de Limoneño y BAT 1235 a fertilizante y control de enfermedades. Datos de un experimento exploratorio de control de enfermedades x variedades x fertilización x densidad, en El Tambo, norte de Nariño, 1982B, promedio de tres fincas a 1.280 - 1.400 msnm.

Variedad	Control de enfermedades	Fertilizante (kg/ha 13-26-6)	Rendimiento de frijol ^a (kg/ha)	Costos variables (\$Col/ha)	Ingreso neto (\$Col/ha)
Limoneño	Sin	0	686	5,280	23,528 ^c
		300	992	13,116	28,238
	Con ^b	0	945	8,775	30,652 ^c
BAT 1235	Sin	300	1,132	16,611	30,483
		0	526	1,723	10,952 ^c
	Con ^b	300	790	9,559	9,135
		0	721	5,218	11,903
		300	983	13,054	10,040

a. Rendimiento estimado de maíz, 916 kg/ha. Rendimiento producido por el agricultor, 697 kg/ha. OMS (5%) rendimiento de frijol 256 kg/ha.

b. Benomyl (0.5 kg/ha) + maneb (1.0 kg/ha) dos veces.

c. Tratamientos económicamente eficientes.

Cuadro 97. Correlaciones entre rendimientos de frijol en diferentes localidades, épocas y sistemas, en Antioquia, 1982.

	<u>Estación experimental</u>		<u>En Fincas</u>		
	1982B La Selva en relevo	1982B La Selva monocultivo	1982B Marinilla en relevo	1982B S.Vicente en relevo	1982A Marinilla monocultivo
<u>Estación experimental</u>					
1982A La Selva en relevo					
1982B La Selva monocultivo	0.40 NS ^a (21)				
<u>En fincas</u>					
1982B Marinilla en relevo	0.19 NS (19)	0.03 NS (19)			
1982B S.Vicente en relevo	0.00 NS (23)	0.46* (23)	0.03 NS (20)		
1982A Marinilla en monocultivo	0.41 NS (23)	0.34 NS (23)	0.09 NS (20)	0.34 NS (24)	
1982A El Carmen en monocultivo	0.36 NS (21)	0.42 NS (21)	0.07 NS (18)	0.53* (22)	0.57** (22)

a. Los valores son aquellos del coeficiente de correlación de Pearson, r.
El número de variedades aparece en paréntesis.

* y ** : Significativos a $p < 0.05$ o $p < 0.01$, respectivamente.

Cuadro 98. Diseño de experimentos para el sur de Nariño en 1982B

Factores límitantes	Componentes tecnológicos	Tipo de ensayo y número sembrado						
		Variedad de frijol	EVFD explo- ratorio	Exploratorio intensificación	Fertiliza- ción	Trata- miento de semilla	Minador de la hoja	Verifi- cación
		4	6	4	4	2	2	2
Enfermedades foliares y de de la vaina, pudrición radicular	Variedad resistente (mismo ciclo de crecimiento)	+ ^a	+	-	General	-	-	-
Enfermedades foliares y de la vaina, pudrición radicular baja densidad de frijol	Variedad resistente (precoz y menos vigorosa)	+	-	+	-	-	-	+
Ciclo de maíz + frijol dema- siado largo.	Maíz precoz + variedad de frijol precoz y menos vigoroso Frijol arbustivo monocultivo	-	-	+	-	-	-	-
Enfermedades foliares y de la vaina.	Cortar malezas formando cober- tura para redu- cir salpicadura	-	-	Tratamientos adicionales	-	-	-	-
Control químico de enfermedades por los agricul- tores es inadecuado	Adicionar Benomyl al control actual	-	+	General	General	General	General	General
La dosis de fertilizante usada por el agricultor pue- de ser incorrec- ta o incorrec- tamente balan- ceada.	Más fertilizante químico. Cambiar la proporción de N/P. Adicionar elemen- tos secundarios o menores.	-	+	General	+	-	-	+
Pudrición radiculares	Fungicidas químicos e in- secticidas.	-	-	-	+	-	-	-
Minador de la hoja	Insecticidas para suelo y hojas.	-	-	-	+	-	-	-
		General	-	General	General	General	+	General
		(Solo fung.)						
		-----General-----						
		(Solamente en una emergencia)						

a. + = Factor evaluado en el ensayo

- = Factor no evaluado en el ensayo

Rendimiento
(kg/ha)

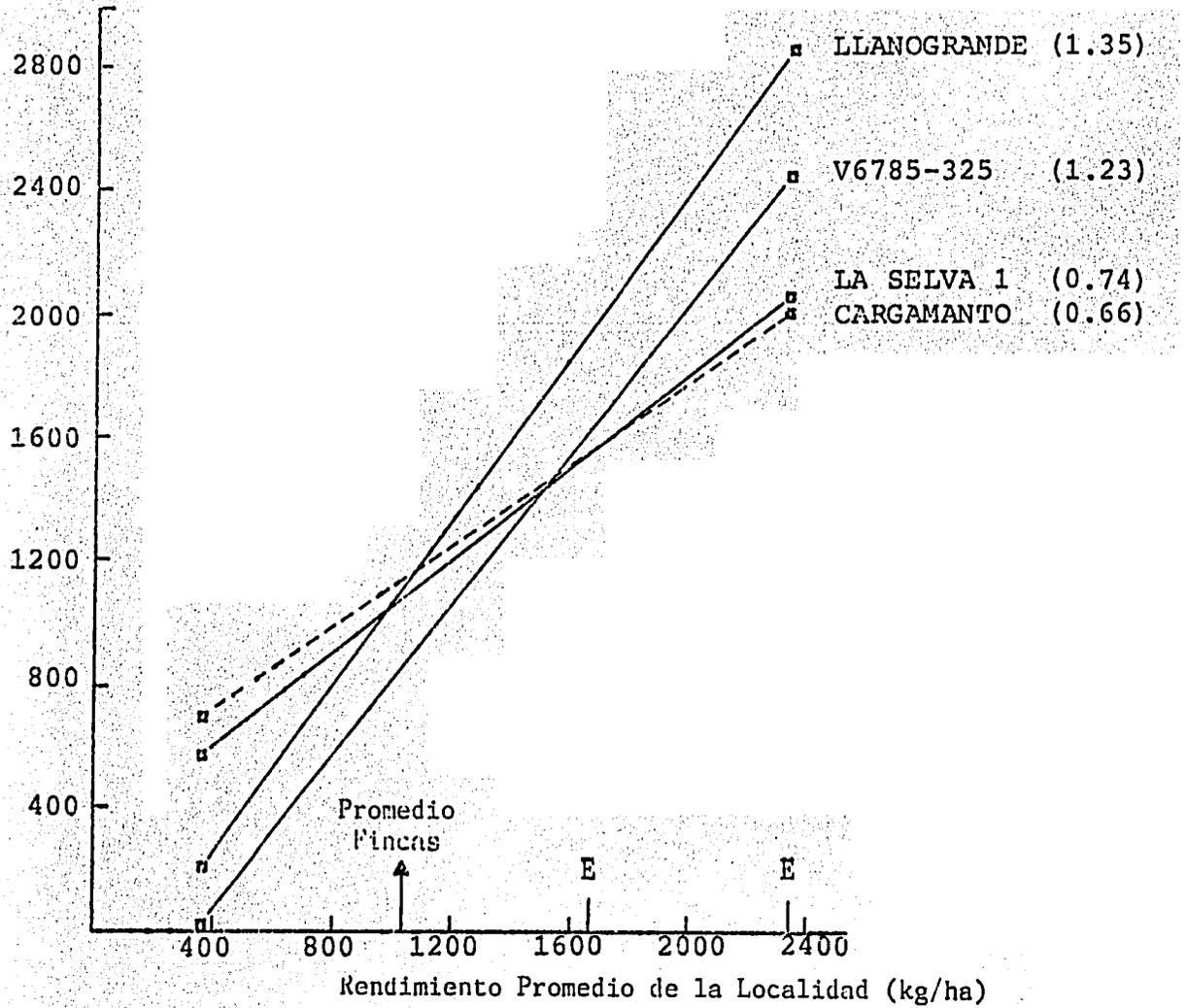


Figura 6. Estabilidad de líneas y variedades en el Oriente de Antioquia en fincas y la estación experimental.

E = Rendimiento promedio de 2 ensayos en la estación experimental. Valores en paréntesis son el gradiente de las líneas de regresión para cada variedad.

CARACTERIZACION DE LA SITUACION DEL AGRICULTOR

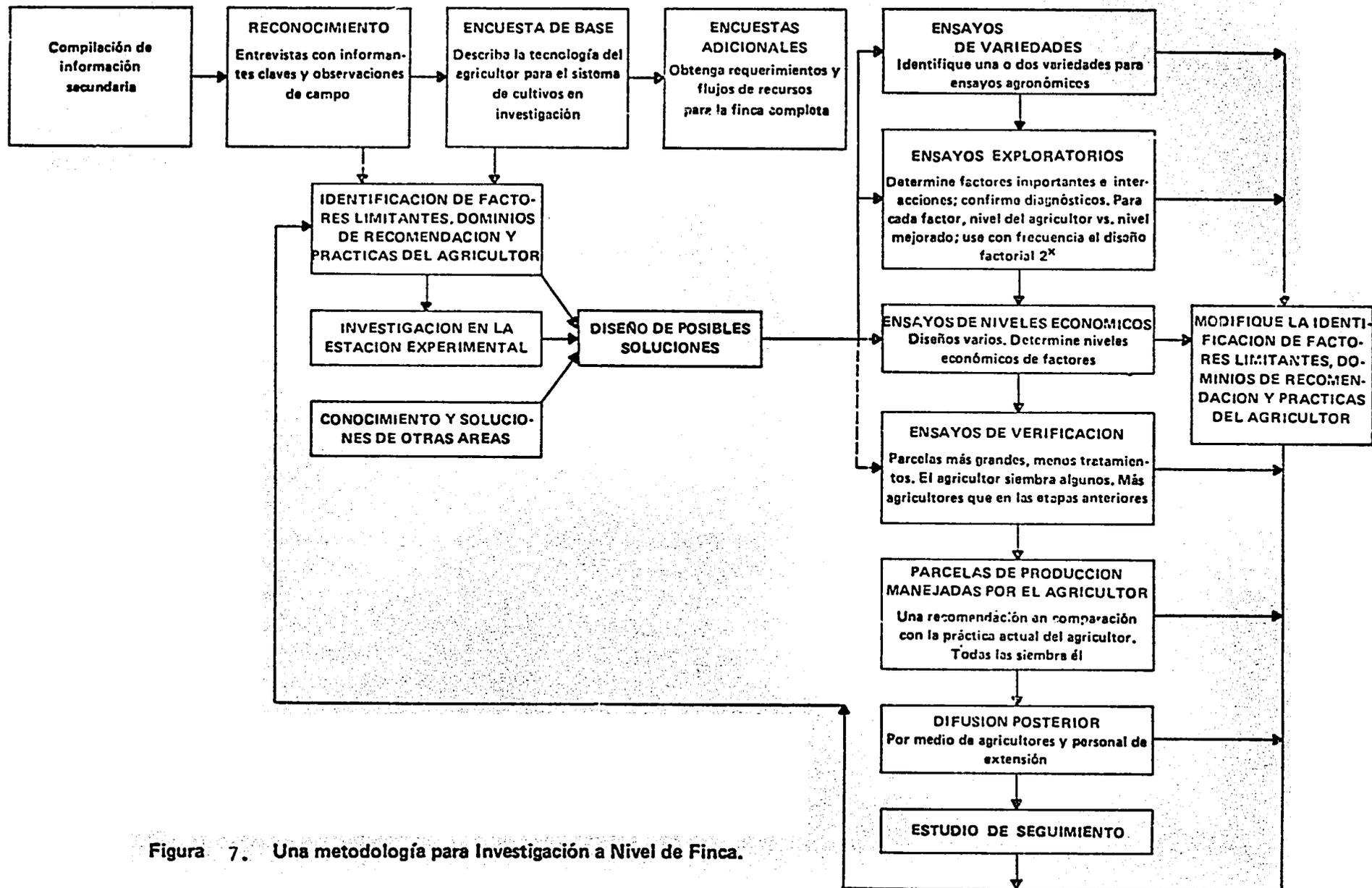


Figura 7. Una metodología para Investigación a Nivel de Finca.

Economía - Investigación en Producción

La investigación en producción en la sección economía de frijol está enfocada en tres actividades principales: (1) identificación de las restricciones que limitan la producción y caracterización de sistemas de producción (2) evaluación de tecnología; y (3) estudios de adopción y de impacto de tecnología.

Identificación de Restricciones

Los resultados de las encuestas iniciales sobre caracterización en Nariño y en el este de Antioquia, Colombia fueron presentados en el Informe Anual del Programa de Frijol del CIAT 1982. En 1983, los datos básicos económicos sobre costos de producción para frijol y cultivos alternativos fueron recolectados en tres regiones de Nariño.

En el sistema de maíz con frijol voluble en el sur de Nariño, el uso tanto de agroquímicos como de mano de obra es bastante alto (Cuadros 99 y 100). En contraste, el uso de mano de obra es mucho más bajo en los sistemas de frijol arbustivo. El uso de agroquímicos es frecuente en el sistema de monocultivo de frijol arbustivo pero es bajo en el sistema de cultivo intercalado de maíz y frijol arbustivo. Los retornos al uso de la tierra y al capital, calculados de la estructura actual de costos proveen una base para la evaluación de la aceptabilidad de nuevas tecnologías en la evaluación, por parte del agricultor, de las nuevas tecnologías.

Evaluación de Tecnología

En evaluación de las nuevas tecnologías, los agricultores utilizan como criterios económicos los retornos al capital y a la tierra los retornos de ingreso marginal neto/hectárea y las tasas de retorno marginal se calculan con el fin de presentar la rentabilidad de las nuevas tecnologías (Cuadros 101 y 102) comparadas con las tecnologías actuales (Cuadro 100). Los retornos sobre costos totales (Cuadro 100) reflejan la situación de los agricultores relativamente más grandes y de tipo comercial, mientras que los retornos sobre costos en efectivo son mejores indicadores de la situación de los agricultores más pequeños quienes hacen uso extensivo de mano de obra familiar. Para los agricultores más pequeños, los retornos sobre capital son generalmente más altos que aquellos de los agricultores más grandes, y parece que se requiere retornos sobre capital supremamente altos para hacer que las tecnologías nuevas sean económicamente atractivas a los agricultores pequeños, para los cuáles el capital es un recurso escaso.

Varios cambios en las prácticas varietales y culturales fueron evaluadas en experimentos a nivel de finca en Colombia (Ver Sección de Investigación en Fincas de este informe para una discusión agronómica detallada). La accesión del banco de germoplasma E 605 se comportó bien en experimentos en fincas en el sur de Nariño, Colombia (Cuadro 101). Esta línea tiene un tipo de grano altamente comercial, pero debido a su tamaño algo más pequeño, es probable que se venda con un pequeño descuento comparado con la variedad actual del agricultor, Mortiño.

Sin embargo, E 605 pareció ser rentable en los experimentos de 1983.

Más rentable que la nueva variedad son las prácticas de control mejorado de enfermedades, que mejoran el uso tradicional por parte del agricultor de ditane con benomyl (Cuadro 98). El aumento de la densidad de la siembra de frijol también parece como rentable aunque las implicaciones de manejo de un arreglo nuevo de siembra están por estudiar. Un modelo de programación lineal de una finca pequeña en el sur de Nariño ha sido construido para evaluar el impacto de la nueva tecnología de frijol en el sistema total de la finca. El modelo indica que el área sembrada de frijol se mantendría constante con la nueva tecnología (variedad + control de enfermedades + aumento en la densidad), mientras que el total del ingreso neto de la finca subiría 10.6%.

En experimentos a nivel de finca en el centro de Nariño en 1983B, la accesión del banco de germoplasma, Ancash 66, que tiene el tipo de grano que probablemente sería aceptable comercialmente en Colombia, no solo rindió sino que fué más rentable que la variedad local del agricultor (Cuadro 102). El uso de fertilizantes, control de enfermedades foliares, control de insectos (todos practicados en alguna forma por la mayoría de los agricultores en el área) (Cuadro 99), también fueron rentables. La combinación de remojar la semilla en benomyl y la incorporación de aldrin en el suelo, una práctica no utilizada por los agricultores locales, también fué rentable. Los resultados de los experimentos de este año sugieren que varios elementos de una tecnología nueva y atractiva, pueden estar disponibles para esta zona. El rendimiento de la línea Ancash 66 se está verificando en los experimentos de 1984, pero se necesitan estudios sobre la aceptación comercial de este tipo de grano. Quedan por determinar las dosis óptimas de fertilizantes para la región y se están volviendo a examinar el tratamiento de la semilla y el suelo.

Los experimentos de la siembra de primavera, sugieren que el fertilizante, el control de enfermedades foliares y el aumento de densidad no son rentables en esta estación más seca aunque la nueva línea mantiene su comportamiento superior comparado con la variedad local.

En el medio ambiente de alto estrés del norte de Nariño, varios cambios en las prácticas culturales obtuvieron incrementos en rendimiento y ganancia/ha, pero en general se lograron tasas de retorno sobre el capital invertido relativamente bajas (Cuadro 103). En 1983B la aplicación de fertilizantes, en el momento de siembra, aumentaron los rendimientos, pero los requisitos de capital para fertilizante fueron altos, aumentando los costos totales aproximadamente en un 39% mientras que el retorno marginal sobre la inversión en fertilizante fué baja comparada con los retornos actuales sobre capital en frijol (Cuadro 96 y 103). Tal vez dosis más bajas de fertilizantes podrían ser más atractivas. El control de insectos fué la alternativa más rentable de las evaluadas ya que logró el retorno más alto/ha y el retorno mayor sobre capital con menor inversión. El control de enfermedades foliares también puede ser económicamente viable logrando un 118.2% sobre el capital, requiriendo sólo un aumento del 19% en la inversión total

(Cuadro 103). A pesar de algunos incrementos ligeros que fueron logrados en la siembra de 1983A, la mayoría de los cambios en las prácticas condujeron a prácticas agronómicas en esta época.

Estudios de Adopción

En años recientes muchas variedades nuevas de frijol desarrolladas en investigaciones colaborativas entre el CIAT Y programas nacionales fueron entregadas a los agricultores. En 1983 se hizo una encuesta a 195 agricultores de frijol como parte de un proyecto colaborativo entre la Universidad de Costa Rica y el CIAT a fin de analizar el proceso de adopción de nuevas variedades de frijol en Perez Zeledón, Costa Rica, un área que produce el 15% de la producción nacional de frijol y es ampliamente representativa de la región de Brunca, que contribuye con el 42% de la producción nacional de frijol.

La encuesta determinó que en la época de lluvias el 60.5% de los agricultores de la muestra, cultivaron la variedad Talamanca, y el 5.6% cultivaron Brunca (ambas variedades desarrolladas por colaboración entre el CIAT y Costa Rica) (Cuadro 104). Las dos variedades juntas representan el 49% del área total sembrada en frijol. Los agricultores también reportaron rendimientos más altos con estas nuevas variedades que los obtenidos con la variedad más común y tradicional de la zona, Jamapa (Cuadro 104).

De los agricultores que cultivaron Talamanca, 11% reportó alguna incidencia de enfermedades mientras que el 7% notó que esta variedad es más difícil de trillar. No se reportaron problemas adicionales que tuvieran alguna frecuencia significativa, y 96% de los agricultores que cultivan Talamanca piensan que seguirán haciéndolo. El único cambio mayor observado hasta ahora en las prácticas culturales, asociadas con Talamanca, es que el 35% de los agricultores sembraron con una densidad mayor que para las otras variedades. Esto puede ser debido tanto a su arquitectura más erecta que la mayoría de las variedades locales, como a su resistencia mejorada a enfermedades. La aceptación relativa de Talamanca parece ser un poco más baja en la estación seca que en la época de lluvias (Cuadro 104 y 105).

Mercadeo y Consumo

Ya que características de grano tales como tamaño, color, brillo y forma, son frecuentemente importantes determinantes de la aceptación por parte del consumidor y del precio del frijol, se ha prestado considerable atención al exámen de preferencias del consumidor con el fin de guiar a los científicos del programa en la selección de nuevos materiales que sean comercialmente aceptables.

Un enfoque ha sido el estudio de los patrones actuales del consumo de frijol. Se han llevado a cabo encuestas en 187 hogares en Cali y 260 en Medellín, Colombia, con el fin de estudiar la utilidad de esta técnica. En ambas ciudades se encontró que el consumo per capita de frijol seco, rojo era relativamente constante en los estratos de ingreso, aunque en todos los grupos de ingresos, el consumo fué más alto en Medellín que en Cali, (Cuadro 106). Sin embargo, en ambas ciudades

existe una clara diferencia en el consumo de variedades de fríjol. En Medellín los rojos grandes son los de mayor consumo (92%) en los estratos de altos ingresos, comparado con el 52% en el grupo de ingresos más bajos. De manera similar, en Cali, los frijoles rojos grandes obtuvieron 52% de consumo en el grupo de altos ingresos y solo 21% en el grupo de ingresos más bajos.

Por lo tanto es claro que hay un mercado para los tipos de fríjol menos preferidos entre los grupos de ingresos bajos, siempre y cuando éstos sean menos costosos. En las zonas urbanas de Colombia hay un mercado para el fríjol rojo de grano pequeño, menos preferido y el cual a simple vista podría ser rechazado como demasiado pequeño para ser comercial. Sin embargo, estos frijoles pequeños se venden con un descuento sustancial en el precio y tienen un mercado relativamente pequeño. Por ejemplo, los datos colombianos muestran poca tendencia en los hogares a aumentar el consumo de fríjol y sí una tendencia fuerte a cambiarse de los tipos menos preferidos a las variedades más preferidas según lo permitan sus recursos.

Mientras los pobres no comen significativamente menos fríjol que los ricos en las ciudades de Cali y Medellín, ellos sí comen fríjol más a menudo pero en porciones más pequeñas (Cuadro 107). Esto se logra en parte porque las personas de bajos ingresos en los centros urbanos de Colombia preparan los frijoles mezclados con plátano con el fin de que rindan.

Haciendo la suma por clases de ingresos, se puede calcular el total de la participación en el mercado de las diferentes variedades de fríjol. En Cali, el consumo de fríjol es bastante variado con cinco variedades cada una con más del 12% del mercado, y una única variedad más importante que ocupa el 25.9% del mercado (Cuadro 108). En Medellín, sin embargo, las preferencias son más rígidas, con una sola variedad sumamente preferida y de alto precio que constituye el 65% del consumo total. Así que, aún dentro de un mismo país, existe una gran variación regional en cuanto a preferencias de fríjol y a su rigidez de ellas.

Para entender mejor las actitudes del consumidor hacia el fríjol, se entrevistó más a fondo una sub-muestra pequeña de amas de casa de bajos ingresos en Medellín y en Cali. En Cali, el 80% de las amas de casa reportaron que ellas entran a una tienda sin ninguna intención fija de comprar una variedad particular. Compran lo que está disponible y son relativamente flexibles en cuanto a que no buscan un fríjol en particular. Ciertamente el fríjol más grande es preferido, pero las amas de casa de bajos ingresos compran frijoles pequeños porque son más baratos y porque absorben más agua y por lo tanto llenan más. Los métodos de preparación dan a las amas de casa el control sobre varias características de modo que un esfuerzo de mejoramiento de fríjol dirigido al mercado de Cali no debe tomar en cuenta estos factores.

La mayoría de las amas de casa de Cali prefieren un caldo espeso pero como el 93% cocinan el fríjol con plátano, el espesor del caldo como una característica del fríjol no es un factor crítico. De igual manera, el fríjol rojo claro es menos preferido que el de color rojo más

oscuro pero la mayoría de las amas de casa (68%) utilizan colorantes para lograr el color deseado del caldo. El tiempo de cocción es una debe consideración importante en la compra de fríjol ya que 94% de los hogares entrevistados utilizan ollas de presión para prepararlos. Por ejemplo, se sabe que fríjol Cargamanto es muy preferido y requiere más tiempo de cocción que otras variedades.

Mientras el conocimiento general de las preferencias del consumidor de fríjol puede ofrecer una guía amplia en la selección de nuevos materiales, una información más específica sobre el valor económico de algunas características particulares puede ser útil en la evaluación de nuevas líneas. Por ejemplo, se sabe que en Colombia, el fríjol pequeño es menos preferido que el grande, pero por ejemplo, para evaluar una nueva variedad en experimentos a nivel de finca, es útil poder asignar un precio a un fríjol de tamaño o color particular.

Para responder a esta necesidad de información, se solicitó a una muestra de 31 comerciantes de fríjol en Colombia dar sus estimativos de precios para un número de variedades, algunas comerciales y otras experimentales. El promedio de los estimados de los comerciantes para el precio de variedades comerciales (que no fueron identificadas como tales en la entrevista) fué extremadamente preciso, con una diferencia con respecto los precios actuales en el mercado de menos del 2%.

Por este medio, se obtuvieron los estimados de precios de varias nuevas líneas promisorias para Colombia (Cuadro 109), los cuáles se están usando para evaluar la rentabilidad económica de las nuevas variedades.

Estos resultados de estudios de preferencias del consumidor en Colombia solamente, no pueden servir como guía general para la incorporación de factores de calidad del grano en la selección de nuevos materiales para toda la América Latina y el Africa. Más bien ilustran como metodologías de bajo costo pueden ser utilizadas por los programas nacionales para evaluar sus necesidades con respecto a factores de calidad de grano y para estimar el valor económico de las líneas promisorias en pruebas de rendimiento.

Cuadro 99. Uso de insumos como porcentaje en tres sistemas de producción de frijol en Nariño, Colombia, 1983.

Uso de insumos	Sur de Nariño frijol voluble/ maíz	Centro de Na- riño, frijol arbustivo en monocultivo	Norte de Na- riño frijol arbustivo/ maíz
Fertilizante químico	52	85	22
Fungicidas	89	69	11
Insecticidas	100	85	11
Tratamiento de semilla	7	0	0
Credito	7	62	17

Cuadro 100. Costos promedios y retornos sobre inversión en tres sistemas de producción de frijol en Nariño, Colombia, 1983.

Costos y retornos	Frijol voluble/ maíz	Frijol ar- bustivo en monocultivo	Frijol ar- bustivo intercalado con maíz
Mano de obra (días/ha)	113.4	54.3	69.0
Costo de agroquímicos (\$/ha)	5,482	3,369	0
Otros costos (\$/ha)	3,100	4,250	3,983
Total de costos (\$/ha)	27,377	17,514	24,008
Costos en efectivo (\$/ha)	14,557	9,369	10,850
Valor de producción de frijol (\$/ha)	31,680	37,500	24,000
Valor de Producción de maíz (\$/ha)	22,440	0	16,830
Retorno neto sobre total (\$/ha)	26,743	19,986	16,822
Retorno neto sobre total (%)	97.7	114.1	70.1
Retorno neto sobre costo efectivo	39,563	28,131	29,980
Retorno neto sobre costo efectivo (%)	271.8	300.0	276.3

Table 101. Análisis económico de cambios en prácticas varietales y culturales evaluadas en experimentos a nivel de finca, en el sur de Nariño, Colombia, 1983.

Cambio	Costo marginal (\$/ha)	Retorno marginal neto (\$/ha)	Tasa marginal de retorno (%)
Variedad E 605	0	8,962	-
Fertilizante	7,180	-658	-
Control de enfermedades foliares	2,582	9,643	373.5
Aumento de densidad	3,023	15,593	515.8

Cuadro 102. Análisis económico de cambios en prácticas varietales y culturales evaluadas en experimentos a nivel de finca, en el centro de Nariño, Colombia, 1982-83A y B.

Cambios en el semestre (B)	Costo Marginal (\$/ha)	Retorno neto marginal (\$/ha)	Tasa marginal de retorno (%)
Variedad-Ancash 66	0	5,310	-
Fertilizante	7,686	14,544	189.2
Control de enfermedades foliares	3,383	7,232	213.7
Control de insectos foliares	1,315	3,500	266.1
Tratamiento de semilla y del suelo	6,482	20,428	315.1
Aumento en la densidad	7,040	-2,180	-
Cambio en el Semestre (A)			
Variety-Ancash 66	0	1,350	-
Fertilizante	7,686	-4,356	-
Control de enfermedades foliares	3,343	-913	-
Aumento en la densidad	7,040	-2,675	-

Cuadro 103. Análisis económico de cambios en prácticas varietales y culturales evaluadas en experimentos a nivel de finca en el Norte de Nariño, Colombia en 1982-83 semestres A y B.

Cambios en el semestre B	Costo marginal (\$/ha)	Retorno neto marginal (\$/ha)	Tasa marginal de retorno (%)
Fertilizante	7,836	2,578	32.9
Control de enfermedades foliares	3,495	4,131	118.2
Control insectos foliares	1,790	5,139	287.1
Tratamiento de suelo	3,150	1,319	41.8
Trat. de suelo y semilla	5,525	2,593	46.9
Aumento de densidad	7,320	-6,500	-
Fertilizante	7,836	-4,146	-
Control de enferm.foliares	3,495	-2,634	-
Control de insectos foliar.	1,790	4,665	26.0
Aumento de densidad	7,320	-4,573	-

Cuadro 104. Variedades de frijol y rendimientos de los agricultores en la época de lluvias, 1983 en Perez Zeledón, Costa Rica.

Variedad	No. de agricultores sembrando la variedad (%)	Area sembrada (%)	Rendimiento (kg/ha)
Talamanca	60.5	46.9	1,052
Brunca	5.6	2.1	1,146
Jamapa	19.5	27.5	944
Turrialba 4	3.1	1.4	861
Porrillo Sintético	3.6	1.7	1,197
México 80	10.3	4.2	780
México 27	2.6	1.4	624
Cañero	6.7	3.6	718
Chímbolo Rojo	11.3	3.6	625
Chímbolo Negro	3.6	1.4	709
Otros	13.8	6.2	642

Fuente : Datos de una encuesta hecha por la Universidad de Costa Rica y el CIAT.

Cuadro 105. Variedades de frijol y rendimientos de agricultores en la estación seca en Perez Zeledón, Costa Rica, 1982.

Variedad	No. de agricultores sembrando la variedad (%)	Area sembrada (%)	Rendimiento (kg/ha)
Talamanca	34.2	23.4	633
Brunca	2.7	1.4	719
Jamapa	28.2	20.9	556
Turrialba 4	4.0	1.9	544
Porrillo Sintético	4.0	2.4	754
México 80	12.1	8.6	623
México 27	2.0	2.2	1,039
Cañero	3.4	3.0	609
Chímbolo Rojo	21.5	13.4	477
Chímbolo Negro	14.1	8.0	415
Sierra	11.4	6.0	508
Otros	13.4	8.8	384

Fuente : Datos de una encuesta de la Universidad de Costa Rica y el CIAT.

Cuadro 106. Consumo de frijol seco por ingreso, y tipo de grano en Cali, 1982 y Medellín, 1983, Colombia.

Ingreso	Cali			Medellín		
	Total ^a	Rojo grande	Pequeño Rojo	Total ^a	Rojo grande	Pequeño Rojo
Ingreso alto	6.3	3.2	3.0	11.5	10.6	0.9
Medianamente alto	6.5	3.0	3.2	14.6	11.4	2.9
Medianamente bajo	7.8	2.2	5.4	12.6	8.2	4.4
Ingreso bajo	6.5	1.4	4.7	12.9	6.7	6.2

a. Excluye el frijol verde inmaduro y el frijol blanco.

Cuadro 107. Frecuencia de consumo de frijol seco por ingreso en Cali, 1982, y Medellín, 1983, Colombia.

Ingreso	C a l i		M e d e l l i n	
	Porciones/semana	Porción promedio (g/capita/porción)	Porción/semana	Porción promedio (g/capita/porción)
Ingreso alto	2.2	55	2.7	82
Medianamente alto	2.6	48	3.8	74
Medianamente bajo	2.9	52	4.3	56
Ingreso bajo	3.2	39	5.0	50

Cuadro 108. Porción del mercado para variedades de frijol (1983), en Cali (1982) y Medellín (1983), Colombia.

Variedad	Porción del mercado Cali (%)	Porción del mercado en Medellín (%)	Tipo de grano
Cargamanto	4.8	65.4	Crema grande, rojo moteado
Mortiño	12.7	-	Grande, rojo motedo
Radical	5.7	1.8	Rojo
Rojo Americano	13.6	0.6	Rojo pequeño
Calima	25.9	12.3	Mediano rojo moteado
Blanquillo	16.7	3.6	Blanco
Garaota	2.5	-	Negro
Verde	17.2	10.7	Inmaduro, verde
Otros	0.9	5.6	

Cuadro 109. Precios de nuevas variedades de frijol estimado por los comerciantes de Cali, Colombia, Diciembre, 1983.

Variedades comerciales	Precio (Col \$/½ kg)
Calima	49.2
Mortiño	61.3
<u>Nuevas variedades</u>	
BAT 1297	36.0
ICA 23	48.1
Llanogrande	45.0
La Selva 1	50.0
E 605	57.5

Biología y Control de Plagas Insectiles

Encuesta sobre la importancia de plagas invertebrados del fríjol en América Latina

Se preparó un cuestionario sobre la importancia de plagas invertebrados del fríjol en América Latina y se le dió a los participantes del curso de investigación en fríjol, a visitantes y a otras personas involucradas en investigación en fríjol. Se presenta en el cuadro IV, un resumen de los resultados de los 28 participantes de 10 países. En términos regionales las plagas más frecuentemente mencionadas como severas en Colombia fueron las plagas de suelo y los escarabajos que se alimentan de hojas (crisomélidos). En México, las plagas más severas fueron la mosca blanca (como vector de BCMV) y los saltahojas Empoasca. En América Central y Cuba las babosas, mosca blanca, barrenador de la vaina Heliothis y escarabajos roedores de hojas. En el sur de Suramérica se consideró más frecuentemente a Empoasca como una plaga severa. Los brúchidos que afectan la semilla se mencionaron como plagas importantes en toda la América Latina.

Muchos participantes anotaron que frecuentemente se aplicó pesticidas sin necesidad aparente. Algunas plagas locales importantes, desconocidas al Programa de Fríjol, también fueron mencionados.

El efecto del insecticida carbaryl en la producción de vainas

Había cierta preocupación de que el uso del insecticida carbaryl durante la floración del fríjol podría reducir la producción de vainas de la misma manera que el químico se usa para ralea manzanas. Un estudio de la aplicación de 1 y 1.5 kg AI/ha de carbaryl en una formulación de polvo soluble dos veces durante la floración no tuvo efecto sobre la producción de vainas o el rendimiento (Cuadro 111).

Biología de un Chinche y su daño al fríjol. En áreas como el Brasil y Costa Rica, los chinches son considerados como plagas de las vainas. El daño que los chinches causan a los cultivos es a menudo subestimado. Por ejemplo, el umbral económico de los chinches en soya ha sido calculado en dos ninfas grandes/metro de surco.

Los chinches que afectan el fríjol en el CIAT-Palmira incluyen a Thyanta perditor (F.), Piezodorus guildinni (Westwood), Euschistus crenator (F.), Leptoglossus sp., Megalotomus rufipes (Westwood), y a Acrosterum marginatum (Pulvisot de Beauvois). De estos, se conoce que el último es importante en América Central.

La biología de A. marginatum a 24^o. C se resume en el Cuadro 112. Su ciclo de vida es relativamente largo comparado con el ciclo del cultivo del fríjol arbustivo en Palmira. Es dudoso que los chinches podrían alcanzar niveles de población altos en una sola cosecha de cultivo. Cada hembra depositó un promedio de 96.8 huevos.

Las ninfas grandes y los adultos de A. marginatum fueron utilizados para infestar plantas de fríjol ICA Línea 24 en jaulas colocadas en el campo. Las jaulas cubrieron 3m² (cinco metros de surco) de fríjol y

fueron infestadas con 5, 10 y 20 chinches/jaula. Los chinches fueron reemplazados cuando fué necesario, con el fin de mantener los niveles de infestación durante la etapa de producción de vainas. Hubo tres repeticiones/tratamiento y todo el experimento fué repetido tres veces.

Cada chinche/metro de surco dejó aproximadamente 40 kg/ha de pérdidas. Al precio de \$42 Col/kilo (aproximadamente US\$0.50), el umbral económico de los chinches en esta variedad sería aproximadamente una ninfa grande o adulto/metro de surco ($0.6m^2$).

Biología del *Heliothis virescens* en frijol. Especies de *Heliothis* han sido notadas como plagas importantes de frijol en América Central y Africa. La duración del ciclo de vida del *H. virescens* en frijol de huevo a adulto a los 24°C en el CIAT fué de 27.3 días, 3.1 para el huevo, 19.1 para las larvas (cinco instares) y 5.1 para la pupa. Bajo condiciones de campo 2/3 de los huevos de *H. virescens* se encontraron en el foliaje en número iguales en las dos superficies de la hoja; prefirieron hojas jóvenes para ovipositar. Los demás huevos se encontraron en las estructuras reproductivas de la fruta. En el invernadero el frijol fué menos preferido que el algodón o la soya para oviposición.

H. virescens en Parlмира fué resistente a monocrotophos (Azodrin) (Cuadro 113). La adición de una pequeña cantidad butóxido de piperonyl al permethrin hizo que ese piretroide sintético fuera más tóxico al *H. virescens*.

Efecto de la asociación frijol/maíz sobre los insectos. Se llevó a cabo un estudio sobre el efecto que sembrar maíz asociado con frijol tiene en plagas de insectos. En este estudio, el efecto del frijol, sembrado en relevo a la madurez del maíz, fué comparado con frijol en monocultivo, maíz en monocultivo, y frijol + maíz sembrados juntos en la misma fecha. Dos tratamientos involucraron el maíz maduro en relevo, deshojado o con las hojas.

Los niveles de población de ninfas del saltahoja *Empoasca kraemeri*/ hoja en el frijol en relevo con tallos de maíz sin deshojar fueron el 20% de aquellos frijoles en monocultura a los 39 días después de sembrados. No hubo diferencias significativas entre los otros tratamientos (Cuadro 114).

Entre los tratamientos, no hubo diferencia significativa en los niveles de poblaciones del escarabajo roedor de hojas *Diabrotica balteata* en frijol. El daño severo causado al maíz por las larvas de *D. balteata* no fué diferente entre el maíz en monocultivo y en asociación.

Cuadro 110. Resultados de una encuesta sobre la importancia de plagas de invertebrados en frijol en América Latina.

Plaga	Número de Respuestas			
	Nivel de daño			Uso de control químico
	Severo	Moderado	Ocasional	
<u>Empoasca</u>	10	12	5	16
Mosca blanca	9	7	1	10
Afidos	1	6	13	8
Acaros	1	6	10	2
Crisomélidos	9	16	1	18
Conchuela	1	1	4	2
Gusanos defoliadores	0	5	8	5
Plagas del suelo	7	5	10	8
Babosas	5	2	5	6
<u>Heliothis</u>	3	2	9	6
<u>Apion</u>	2	0	2	2
Otros perforadores de la vaina	0	4	5	3
Chinches	3	1	8	3
Brúchidos	12	7	3	6

Cuadro 111. Efecto de insecticidas aplicados durante la floración cuando no se presentaba ningún problema aparente de insectos y el número de vainas recién producidas/planta de frijol y su rendimiento.

(kg/ha) tratamiento		Número de vainas recién producidas/10 plantas		Rendimiento (kg/ha)	
		Días después de la siembra			
		36	41	56	
Carbaryl PM	1.5 kg AI/ha	5.5*	18.1	3.7	1,590
Carbaryl PM	1.0 kg AI/ha	2.7	16.9	3.2	1,532
Monocrotophos	1.0 kg AI/ha	4.9	17.1	3.4	1,748
Agua	-	3.2	18.0	3.9	1,542
Control (sin tratar)		4.2	16.5	4.3	1,374

* Sin diferencias significativas al nivel 0.05 de la prueba de Duncan.

Cuadro 112. Biología del Acrosternum marginatum en frijol en Palmira a los 24° C.

Estado	Duración (días)
Huevo	6.8
Instar 1	4.5
Instar 2	6.5
Instar 3	6.3
Instar 4	6.0
Instar 5	12.0
Total hasta adulto:	42.1
Duración del adulto hembra	43.2

Cuadro 113. Valores de OK_{50} y OK_{90} para monocrotophos y permethrin con y sin butóxido de piperonyl en las larvas de tercer instar de H. virescens.

Tratamiento	CL_{50}	CL_{90}
Monocrotophos	86	851
Monocrotophos + butóxido de piperonyl	63	20,558
Permethrin	7.9	54
Permethrin + butóxido de piperonyl	3.8	14

Cuadro No. 114. Efecto de la asociación de frijol y maíz en niveles de la población de ninfas de Empoasca kraemeri.

<u>Tratamiento</u>	No. de ninfas/10 hojas a los días después de la siembra		
	29	39	54
BAT 1235 solo	7.5 b*	5.2 b	30.0
BAT 1235 + maíz Suwan 1	2.5 ab	5.2 b	31.0
BAT 1235 en relevo con el tallo de maíz deshojado	4.0 b	4.0 b	41.5
BAT 1235 en relevo con plantas de maíz	0.2 a	1.0 a	40.5
VRB 81069 con soportes de poste y alambre	7.7 b	6.7 b	34.0
VRB 81069 + maíz Suwan 1	6.7 b	7.2 b	26.0
VRB 81069 en relevo con maíz deshojado	3.2 ab	6.5 b	42.8
VRB 81069 en relevo con plantas de maíz	1.2 a	1.0 a	33.0

* Los promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de 0.05 de la prueba de Duncan.

Enanismo Híbrido en F₁

Más de una docena de casos adicionales de enanismo híbrido en F₁ se encontraron en cruces hechos en el CIAT durante 1983. Estudios adicionales se llevaron a cabo para demostrar que las diferencias en el tamaño de la semilla de las líneas progenitoras que producen enanismo en híbridos en F₁ fué un factor crítico y que uno de los progenitores siempre tenía grano pequeño (25g/100 semillas) y el otro tenía tamaño mediano (26-40g/100 semillas) o grande (40g/100 semillas) (Cuadro 115). Los híbridos en los tipos de grano pequeño, mediano o grande siempre salieron normales. Se estableció una relación entre los padres, seleccionados y estudiados en el CIAT y los reportados por otros investigadores, que mostraban fenómenos similares (Cuadro 116, 117). Por lo tanto, se concluyó que esta aparente incompatibilidad entre los dos grupos de germoplasma era encontrada por dos genes complementarios dominantes D₁ y D₂ reportado antes por Shii y otros (1980,1981). Las líneas de grano pequeño que tienen el gene D₁ son originarias del Brasil, Colombia, Guatemala y México, las líneas de grano de tamaño mediano o grande con el gene D₂ se originaron en Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Turquía, los Estados Unidos y Alemania Occidental. Estos dos genes probablemente jugaron un papel importante en la evolución de formas de frijón de diferentes tamaños de grano sirviendo como una barrera genética o un mecanismo de aislamiento, limitando así la libre recombinación genética entre los dos grupos de germoplasma.

Algunas líneas las cuáles no llevan los alelos dominantes y con el genotipo d₁, d₁, d₂, d₂ de pequeñez (por ejemplo ICA Pijao, A 30, G 3807, etc), de tamaño mediano (G 2858, G 2618) y grande como Calina) fueron identificados para ser utilizados como puentes para la transferencia o recombinación de genes deseables de dos o más progenitores incompatibles.

Cuadro 115. Crecimiento de híbridos de F_1 involucrando parientes frecuentemente usado de tipos con semilla pequeña y grandes, para los cuales N= crecimiento y desarrollo normal y D= enanos o crecimiento y desarrollo retardados.

		Hembras	
Machos		BAT 332 (pequeño)	ICA L-23 (mediano)
<u>Grano pequeño</u>			
	BAT 332	-	
	BAT 1061	N	D
	G 4017	N	D
	G 7148	N	D
<u>Grano mediano y grande</u>			
	G 153	D	N
	G 159	D	N
	G 568	D	N
	G 623	D	N
	G 688	D	N
	G 910	D	N
	G 5066	D	N
	G 5129	D	N
	G 7613	D	N
	G 7633	D	N
	G 7635	D	N
	G 7160	D	N
	ICA L-23	D	N
		-	-

Cuadro 116. Crecimiento de híbridos F_1 de accesiones seleccionadas de frijol CIAT y los híbridos reportados por otros investigadores que producen plantas lesionadas, subnormales o anormales para las cuáles N = crecimiento y desarrollo normal y D = enanos o crecimiento y desarrollo retardados.

Hembras	Machos						
	Grano pequeño				Grande		
sembradas	BAT 332	BAT 1061	G 4017	G 7148	G 623	G 5066	G 7633
G 623 (grande) ^a	D	D	D	D	-	N	N
G 4017 (pequeño) ^a	N	N	-	N	D	D	D
G 4489 (pequeño) ^b	N	N	N	N	D	D	D
G 3804 (mediano) ^b	D	D	D	D	N	N	N
Maestro (mediano) ^c	D	D	D	D	N	N	N
PI 165435 (pequeño) ^c	N	N	N	N	D	D	D

^a Líneas seleccionadas del estudio del CIAT.

^b Estudiado y reportado por Shii y otros, 1980. Journal of Heredity 71:219-2

^c Estudiado y reportado por York y Dickson, 1975, Annual Report Bean Improve Cooperative (New York), 18:88-89.

Cuadro 117. Crecimiento de los híbridos de F_1 de cruzamientos entre accesiones de frijol que han sido reportadas por varios investigadores con muestras de enanismo en el cual N= crecimiento y desarrollo normal y D= enanismo o crecimiento y desarrollo retardado.

Hembras	M a c h o s					
	BAT 332	L-23	G 4489	G 3804	Maestro	PI 165435
BAT 332	-	D	N	D	D	N
L-23		-	D	N	N	D
G 4489			-	D	D	N
G 3804				-	N	D
Maestro					-	D
PI 165435						-

CAPACITACION CIENTIFICA Y ACTIVIDADES INTERNACIONALES

América Central y el Caribe

El objetivo del proyecto financiado por la Corporación Suiza de Desarrollo Corporation (SDC) es de generar y transfer tecnología mejorada y capacitar el personal de los programas nacionales en investigación y producción de frijol. La logística de colocar a un científico en Costa Rica y dos científicos en Guatemala, respectivamente, se proveen a través de acuerdos entre el CIAT y el Instituto Interamericano para Cooperación en Agricultura (IICA), y el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola de Guatemala (ICTA). El proyecto fué revisado por representantes de la SDC y se aprobó una extensión para tres años más.

Notas sobresalientes

Durante 1983 se hizo énfasis en la experimentación a nivel de finca con variedades recién lanzadas, en Honduras, Costa Rica y Guatemala y por primera vez se llevaron a cabo experimentos en fincas en la República Dominicana. Se desarrolló un control integrado más práctico para mustia hilachosa el cual hizo factible la producción de frijol por agricultores pequeños o grandes en áreas donde la enfermedad es epifitótica. Se ha aumentado la resistencia a BGMV en materiales negros y se ha combinado con otras características deseables tales como precocidad y resistencia a Apion y añublo bacterial común. Se logró un incremento en tolerancia a mosaico dorado en los granos rojos y en los rojos moteados. Se mejoró la eficiencia para la evaluación de resistencia a Apion de tal manera que un mayor número de líneas pudieran ser evaluadas. El establecimiento de un vivero de adaptación para tipos de grano rojo, negro y rojo moteado fortalecer considerablemente la red internacional para América Central y sus programas nacionales individuales de frijol.

Con el fin de ayudar a los programas nacionales a transferir nuevas variedades y tecnologías a los agricultores, se llevaron a cabo cursos dentro del país, en Cuba, Costa Rica, la República Dominicana y Honduras, enfatizando los experimentos a nivel de finca. En Costa Rica y la República Dominicana, los cursos fueron organizados en colaboración con la FAO y tuvo participantes de México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Panamá, la República Dominicana, Costa Rica, y Haití. Se llevó a cabo un taller de trabajo de campo en Guatemala y Costa Rica involucrando a 20 participantes financiados por la FAO y el CIAT. En el taller, los participantes evaluaron los viveros de Apion y de mustia hilachosa, y discutieron las mejoras en la metodología con el fin de aumentar aún más el nivel de tolerancia y desarrollar un control más práctico y más integrado para mustia hilachosa.

Los programas nacionales enfatizaron la producción de volúmenes más grandes de semilla básica y para fitomejoramiento. Se llevaron a cabo varios talleres de descripción varietal en colaboración con la Unidad de Semillas, en Guatemala y Costa Rica.

Actividades de investigación

Vivero de adaptación. Inicialmente, el CIAT distribuyó el germoplasma a través del IBYAN como líneas avanzadas terminadas. El número de líneas que podían ser distribuidos en el IBYAN era pequeño y la probabilidad de recuperar una variedad adaptada y aceptable era también reducido. Como consecuencia, las líneas en las etapas iniciales de evaluación en el programa del CIAT se han distribuido a colaboradores en los programas nacionales, pero sólo en 1982 se organizó un vivero uniforme para la distribución de un gran número de líneas en un vivero de adaptación para evaluaciones en sitios múltiples en América Central. El propósito de este vivero es de separar rápida y eficientemente una cantidad mayor de líneas mejoradas en el área de interés con el fin de identificar las líneas mejor adaptadas.

Se sembraron viveros de adaptación con 84 líneas de grano negro cada una, en Guatemala, El Salvador, Costa Rica y Honduras. En cada sitio se sembró una sola replica y los sitios sirvieron de replications. Una variedad local de testigo se sembró cada 5 a 10 hileras y el rendimiento de los mejores materiales fué convertido en porcentaje de los controles más cercanos. Este diseño de siembra ofrece ser prometedor en superar los efectos de la variación en el campo, permitiendo así estimados de rendimiento para generaciones iniciales. Cuando se recompilaron los datos de diferentes sitios, algunas líneas superaron en rendimiento a los controles en todos los sitios. Las líneas superiores fueron seleccionadas para evaluación de su resistencia a mosaico dorado, Apion y mustia hilachosa, los tres factores biológicos limitantes de prioridad, en América Central.

Retorno de información. El programa de América Central aumentó el retorno de información al CIAT el año pasado. Sus ejemplos son: la importancia de precocidad, la necesidad de entender la relación entre precocidad y el potencial de rendimiento; el uso de variedades en el criollas programa de cruzamiento (particularmente para introducir resistencia a BCMV); más énfasis en tolerancia a sequía y a bajo P y un proyecto especial para mejorar la calidad de cocción en el cultivar Rojo 70 para El Salvador.

El vivero de adaptación (discutido previamente) también es un mecanismo importante de retorno de información, y que identifica los materiales mejor adaptados.

El sistema de códigos de cruzamiento, desarrollado por fitomejoradores basados en el CIAT, facilita considerablemente las solicitudes de cruces para América Central. Un uso más amplio de las facilidades de la computadora debe mejorar la transferencia de datos.

Transferencia de tecnología

Del CIAT a los programas nacionales. El personal de investigadores del CIAT hizo visitas y dió capacitación a países en el proyecto y envió germoplasma adeudado según las preferencias del consumidor. La visita a los diferentes países fué necesaria para ayudar en la selección de nuevo germoplasma, participar en talleres de campo, establecer experimentos a nivel de finca o participar en cursos dentro del país o capacitar personal regional en problemas específicos. Durante el año, se

distribuyeron juegos del de IBYAN en América Central y en el Caribe según las preferencias de color y tamaño de cada país que colabora con el programa.

Las colecciones de viveros de frijol voluble, VIRAF, fueron distribuidas y sembradas en América Central. Adicionalmente, viveros específicos fueron distribuidos para mosaico dorado, mustia hilachosa, mancha angular, Ascochita, antracnosis, roya, añublo bacterial común y Apion y de tolerancia a bajo P y al calor. Finalmente, ocho juegos de EP se distribuyeron y sembraron en la región para seleccionar factores restrictivos regionalmente importantes de producción tales como mosaico dorado, mustia hilachosa, ascochita, roya, Apion y el calor.

Ahora los programas nacionales manejan y seleccionan el germoplasma en tempranas generaciones haciendo posible sembrar el Vivero de Adaptación y empezar a seleccionar las progenies para adaptación local, así como para resistencia a pestes y enfermedades importantes en la región y en mayores cantidades en F_3 , F_4 , y F_5 acelerando así el proceso de producción de variedades superiores para la región.

Programas Nacionales. El proyecto ayudó a los programas de Costa Rica, Guatemala, y Honduras en la planeación, ensamble y distribución de los viveros de rendimiento local, VINAR.

El VICAR (Vivero Centroamericano de Rendimiento) fué extendido al Caribe. Un total de 60 conjuntos se distribuyeron: 29 de grano rojo y 31 de grano negro a Nicaragua, Honduras, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, México y Cuba. Las mejores entradas fueron Talamanca, Negro Huasteco 81, ICTA Tamazulapa, ICTA Quetzal, Porrillo Sintético, Tazumal y Brunca (Cuadro 118). Compuestos formados de estas variedades fueron estables en rendimiento aunque no superiores. La línea XAN 112, tolerante a añublo bacterial común y tan precoz como Brunca, se comportó bien en la mayoría de la localización en 1983B. La línea ICTA, Jutiapa 81-26 también se comportó bien.

En el rojo, VICAR, Huetar y BAT 789 fueron superiores en la mayoría de las localizaciones en Costa Rica, Honduras y Nicaragua (Cuadro 118).

El Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), y comenzando este año, el Centro de Investigación de Tecnología de Alimentos (CITA) de la Universidad de Costa Rica, continuaron el análisis de contenido de proteína, composición de amino ácidos, tiempo de cocción, etc. de los materiales incluidos en el VICAR. Los resultados preliminares indicaron que todas las variedades recién lanzadas tienen buena composición física y química.

Agronomía- experimentos a nivel de finca

Costa Rica. En colaboración con el Consejo Nacional de Producción (CNP), se establecieron 24 experimentos a nivel de finca (12 de grano rojo y 12 de granonegro) en los cuáles que se esdularon tres factores de producción. En cada experimento, cuatro variedades nuevas fueron estudiadas en comparación con la variedad local y fertilización a dos niveles: una según un análisis de suelos y la otra según el nivel

utilizado por el agricultor. Se estudió el control de malezas, dos niveles - del uso de herbicidas vs. el control de malezas a mano, empleado por el agricultor.

Los resultados hasta ahora indican que las nuevas variedades son muy superiores a la variedad del agricultor. Brunca rindió entre 40 y 80% más, y Huetar entre el 50 y el 100%, no sólo con el paquete de tecnología mejorada sino con las prácticas del agricultor (Cuadros 119, 120 y 121).

Honduras. En Santa Rosa de Copan se establecieron diferentes tipos de experimentos en fincas, incluyendo como variables, las variedades y la fertilización. Las variedades mejoradas, Acacias 4 y Huetar, rindieron más que la variedad local.

República Dominicana. Por primera vez, se establecieron experimentos a nivel de finca con líneas mejoradas por comparación con las variedades locales Pompadour Checa, José Beta y Constanza. Las líneas incluidas fueron BAT 1412, DOR 198, DOR 211 y DOR 214. Los experimentos se cosecharán en febrero de 1984.

Guatemala. Seis experimentos en finca para el control integrado de mustia hilachosa, con agricultores pequeños y grandes de la costa Pacífica, se establecieron en colaboración con los estudiantes de la Universidad de San Carlos e ICTA. Los resultados son sobresalientes y se espera que los agricultores aumentarán la cantidad de hectareas de frijol en 1984.

Multiplicación de semilla. Los agrónomos en Guatemala han aumentado la cantidad de semilla en los viveros VIM y VICAR, para los experimentos nacionales y a nivel de finca, en cada país.

Lanzamiento varietal. En 1983, Nicaragua lanzó las líneas BAT 789 como Revolución 79A, y BAT 1217 como Revolución 83. En Cuba, BAT 93 y BAT 518 se encuentran en multiplicación.

Adopción varietal. Los estudios hechos por el programa socio-económico del ICTA han mostrado una adopción significativa por parte de los agricultores de las variedades mejoradas Suchitan (ICA Pijao), ICTA Tamazulapa, ICTA Quetzal, y San Martín. Ellos estimaron que el 40% del área total se ha sembrado con estas variedades. Un estudio en colaboración con el Departamento de Economía Agrícola de la Universidad de Costa Rica y el CIAT en la región de San Isidro de El General mostró que la nueva variedad Talamanca fué adoptada por 60% de los agricultores. En Nicaragua, aproximadamente, el 60% del área ha sido sembrado con variedades mejoradas y en Cuba aproximadamente 90% del área Total ha sido sembrada en frijol por el sector estatal.

Capacitación. Se dirigieron los esfuerzos a fortificar la red de investigación en frijol en la región. Catorce científicos fueron capacitados en la sede del CIAT y nueve en Centroamérica. Estos candidatos vinieron de Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Guatemala, México, Cuba, República Dominicana, Haití y Panamá. La capacitación en producción de frijol hizo énfasis en la transferencia de tecnología y la investigación a nivel de finca. Se organizaron cursos

dentro de cada país en Cuba, Costa Rica, La República Dominicana y Honduras. Los cursos en Costa Rica y en la República Dominicana fueron regionales y financiados parcialmente por la FAO. Se capacitaron aproximadamente 120 técnicos. El personal del proyecto, así como el personal con sede en el CIAT participaron activamente en estos cursos.

Dos candidatos para MS terminaron sus estudios de posgrado en Vicosá, Brasil y regresaron a, sus países, Guatemala y Costa Rica. Un científico de El Salvador fué a Chapingo, México para comenzar estudios de posgrado a nivel de MS.

Taller de campo sobre investigación en Apion y mustia hilachosa. En Guatemala se llevó a cabo un taller de campo sobre Apion con participantes de todos los países Centroamericanos. El objetivo principal fué discutir el progreso hecho en el desarrollo de técnicas de selección, escalas de evaluación y los problemas encontrados. Otro objetivo fué la estandarización de criterios de evaluación y la formación de una red colaborativa en la región.

La mayoría de los participantes y otros de países donde Apion no es una plaga, se encontraron en Costa Rica con el fin de estudiar el progreso alcanzado en el control de mustia hilachosa. Este progreso se midió en términos de mejoramiento varietal para resistencia al patógeno, control químico, y prácticas culturales además de la estandarización de la escala de evaluación.

Todos los participantes estuvieron activos en las discusiones de campo y acordaron el establecimiento de una red efectiva para la evaluación confiable de materiales para Apion y mustia hilachosa. La capacitación, mientras se está en servicio, en estos dos problemas regionales, también fué propuesta para todos los países de la región.

Otras actividades. Durante 1983, el proyecto fué revisado por un equipo de tres científicos seleccionados por la SDC el coordinador del proyecto. Visitaron los programas nacionales, y a agricultores Cuba, Guatemala, y Costa Rica. En un seminario final los líderes de los programas nacionales de la región pudieron notar el progreso logrado en investigación en frijón, y el alza de la producción nacional en países donde las variedades recién lanzadas han sido adaptadas por los agricultores.

Los tres miembros del proyecto Centroamericano que participaron en la reunión de la PCCMCA que se llevó a cabo en la Ciudad de Panamá, Abril 4 a 9, ayudaron en la organización de la sesión sobre leguminosas y en la presentación del trabajo realizado en la región.

Planes para el futuro. El proyecto seguirá evaluando materiales de generación temprana específicos para mejorar y corregir las debilidades de las variedades recién lanzadas. El proyecto enfatizará el desarrollo de materiales de más temprana madurez, tolerancia a sequía y resistencia a Apion y a mustia hilachosa.

Para aumentar la comunicación entre los programas nacionales en la región y transferir con mayor facilidad la tecnología generada por los

programas nacionales, el proyecto organizará talleres de campo y una reunión de líderes en la región con el fin de mejorar la transferencia horizontal y la cooperación entre los programas nacionales.

La adición de evaluaciones económicas en el proyecto permitirán el estudio de adopción de variedades recién lanzadas y su contribución al aumento en la productividad de los países. Este insumo también aumentará la actividad del agrónomo en la investigación a nivel de finca requerida en los diferentes países.

Cuadro 118. Rendimiento en kg/ha de los viveros Centroamericanos (VICAR, 1983) en Costa Rica, Estación experimental Fabio Baudrit.

Vicar Negro		Vicar Rojo	
1/4 D-145 + 3/4 Compuesto 1 ^a	1.680 a	Revolución 81	2.200 a
ICTA-Quetzal	1.630 ab	Revolución 79	2.110 a
Brunca	1.610 abc	Huetar	2.070 a
1/2 D-145 + 1/2 Compuesto 1	1.590 abc	DOR 164	2.050 ab
3/4 D-145 + 1/4 Compuesto 1	1.580 abc	México 80	1.950 abc
ICTA Tamazulapa	1.570 abc	CENTA Izalco	1.880 abc
Porrillo Sintético	1.550 abc	BAT 789	1.840 bcd
CENTA Tazumal	1.540 abc	Acacias 4	1.770 cde
Compuesto 1	1.540 abc	Coribicí	1.680 de
ICTA-81-64	1.540 abc	Rojo de seda	1.570 e
ICA Pijao	1.480 abc	Honduras 46	1.560 e
Negro Huasteco 81 (D-145)	1.450 abc	Chorotega	1.550 c
Talamanca	1.440 abc		
ICTA Jutiapan	1.340 bcd	C. V. = 6.71%	
Turrialba 1	1.310 cd		
Pavamor (Testigo)	1.110 d		
C. V. = 10.3 %			

^a COMPUESTO 1: 1/4 ICTA - Quetzal
 1/4 Talamanca
 1/4 CENTA Tazumal
 1/4 Porrillo Sintético

Cuadro 119. Rendimiento de variedades mejoradas en experimentos en fincas con paquetes de tecnología mejorada y prácticas de los agricultores en dos localidades en San Isidro de El General, en Costa Rica.

Variedad	Tratamiento	Rendimiento por encima del				
		Rendimiento (k/ha)		Testigo	Práctica del agric.	
		Localidades X			%	%
		1	2			
ICA Pijao	Fert. recomendada ^a + herbicida	1,245	1,440	1,342	110	270
	Fert. de agricultor + herb.	660	920	790	24	118
	Fert. recomendada + control manual de maleza	800	980	890	40	145
	Fert. de agric. + control manual de maleza	600	673	636	-	75
	Promedio \bar{X}	826	1003	915	38	
Talamanca	Fert. recomendada+herbicida	1,022	1,300	1,161	86	220
	Fert. de agric.+ herbicida	533	913	723	16	99
	Fert. recomendada + control manual de malezas	666	1,300	983	58	171
	Fert. de agric.+ control manual de malezas	400	847	623	-	72
	Promedio \bar{X}	655	1,090	872	32	-
Porrillo Sintético	Fert. recomendada+herbicida	1,200	1,400	1,300	59	258
	Fert. de agric. + herbicida	666	953	809	-	123
	Fert. recomendada+control manual de malezas	1,200	760	980	20	170
	Fert. de agric. + control manual de malezas	1,000	633	816	-	125
	Promedio \bar{X}	1,016	936	976	47	-
Brunca	Fert. recomendada+herbicida	1,466	1,633	1,549	31	327
	Fert. de agric.+ herbicida	557	1040	798	-33	120
	Fert. recomendada+ control manual de malezas	1,133	1,720	1,426	20	293
	Fert. de agric.+ control manual de malezas	1,200	1,173	1,186	-	227
	Promedio \bar{X}	1,089	1,391	1,240	87	
Prácticas de los agricul- tores	Fert. recomendada+herbicida	800	1106	953	162	
	Fert. de agric.+ herbicida	600	847	723	99	
	Fert. recomendada+control manual de malezas.	666	553	610	68	
	Fert. de agric.+ control manual de malezas	400	327	363	-	
	Promedio X	616	708	662		

a. Fertilización (recomendada) según el análisis de suelo o según la práctica del agricultor.

Cuadro 120. Rendimiento en kg/ha de variedades mejoradas de frijol negro en el VINAR en tres regiones de Costa Rica. El número en paréntesis da el número de experimentos en la región.

Variedad	Rendimiento y número de sitios			
	Alajuela	Perez Zeledón	Upala	Promedio
Porrillo Sint.	1,966(10) ^a	1,517(12)	1,814(6)	1,766(28)
Talamanca	1,839(8)	1,473(10)	1,797(4)	1,703(22)
ICA Pijao	1,960(8)	1,173(10)	1,807(4)	1,647(22)
Brunca	1,917(6)	1,185(7)	1,606(3)	1,569(16)
Jamapa	1,663(8)	1,235(8)	1,813(5)	1,570(21)
Mexico 27	1,450(4)	1,208(5)	2,063(3)	1,574(12)
San Fernando	1,175(3)	1,142(8)	1,541(4)	1,286(15)
Promedio	1,710	1,276	1,777	1,588

^a El número en paréntesis da el número de experimentos / región.

Cuadro 121. Rendimiento en kg/ha de frijol rojo mejorado en el VINAR. Resumen de tres regiones en Costa Rica.

Variedad	Localización			
	Alajuela	Perez Zeledón	Upala	Promedio
Huetar	2,007(31) ^a	1,228(4)	1,350(2)	1,528(9)
Corobici	2,019(3)	784(3)	1,399(2)	1,401(8)
R. 79	1,848(3)	1,197(4)	1,388(2)	1,478(9)
Chorotega	1,871(3)	1,229(4)	1,323(2)	1,474(9)
R. 81	1,807(3)	681(3)	1,557(1)	1,348(7)
Mexico 80	1,466(3)	1,074(4)	1,202(2)	1,247(9)
Promedio	1,836	1,032	1.370	1,413

^a El número entre paréntesis da el número de ensayos en la región.

BrasilFlujo de germoplasma al Brasil

Todo el germoplasma de frijol tiene que entrar a Brasil a través del CENARGEN, el Centro de EMBRAPA para recursos genéticos. La cuarentena posterior se lleva a cabo en el CNPAF en un campo de evaluación multidisciplinario (Campo de Avaliação Multidisciplinario = CAM) y los científicos de CENARGEN participan en la evaluación de las entradas. Se cosecha el CAM y se envían dos juegos para el CAM del sur de Brasil (a la estación experimental de IAPAR en Irati) principalmente para selección de antracnosis. El CAM enviado al noreste (sitio por definir) tiene mayor énfasis en selección para sequía. Las evaluaciones del CAM 1983 pueden obtenerse en el CNPAF.

Solamente las entradas seleccionadas del CAM en CNPAF reciben un número GF (Germoplasma Feijao) y se distribuyen de la siguiente manera:

1. A los científicos de varias disciplinas dentro de CNPAF para evaluaciones adicionales.
2. Al banco de germoplasma para almacenamiento.
3. A la sección de multiplicación de semilla bajo alto y bajo P en el CNPAF para obtener información sobre su comportamiento bajo estrés de P. las mejores entradas pasan luego al EPR (Ensaio Preliminar de Rendimiento) = la primera etapa de Red de Evaluación y Recomendación Nacional de Frijol (NBERN).

Red para evaluación y recomendación de frijol a nivel nacional

El comité responsable del NBERN dividió la producción de frijol Brasileiro en tres áreas según los colores de semilla y los problemas de producción. Los datos para la Región III en el Cuadro 122 incluyen frijol Phaseolus Vigna.

El esquema de trabajo del NBERN está adaptado al esquema de evaluación que existe actualmente en las instituciones de investigación de cada Estado. El EPR se lleva a cabo durante dos años sin descartar los de comportamiento pobre o sustituirlos por líneas nuevas.

Un aumento significativo en la participación en el EPR se observó en 1983. Sesenta y cinco EPR se distribuirán en 1983/84 a por lo menos 13 estados en Brasil. En 1983/84 el EPR rojo será distribuido a ocho instituto estatales de investigación.

Los resultados del EPR negro de 1982/83 han sido distribuidos a todos los participantes. Las copias están disponibles en el CNPAF. Las 10 líneas sobresalientes del análisis combinado aparecen en el Cuadro 123.

Evaluación de líneas avanzadas mejoradas antes de pasar al NBERN

Muchas líneas que entraron al Brasil a través del IBYAN se están evaluando según los esquemas estatales de evaluación. Algunas líneas han sido lanzadas como nuevas variedades. Este año la Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuaria (EMPASC) lanzó el ICA L 38 como Chapeco y la Empresa Capixaba de Pesquisas Agropecuaria (EMCAPA) lanzó

el BAT 304 y el BAT 179 con los nombres de Capixaba precoce y Vitoria, respectivamente. Algunos otros materiales están en evaluación avanzada. EMGOPA lleva a cabo experimentos en cinco localidades. Un análisis combinado del primer año comparó las líneas sobresalientes con las variedades estandar (Rio Tibagi para grano negro y Carioca e IPA 74-19 para tipos de grano color crema), Cuadro 124.

Durante 1982 y 83 más de 400 líneas mejoradas avanzadas entraron a Brasil cada año a través del CERNARGEN y fueron evaluadas en el CAM, en el CNPAF y CAM del sur de Brasil. Las líneas seleccionadas participarán en el EPR del 84/85.

Además de estas líneas mejoradas avanzadas, algunos materiales entraron al Brasil como progenitores fuentes de potenciales para resistencia a antracnosis, mosaico dorado, mancha angular, añublo bacteriano común, mustia hilachosa, etc. solicitados por científicos del CNPAF en colaboración con la institución estatal de investigación y según las necesidades regionales. Un total de 12 viveros fué enviado entre 1982 y 83.

En el futuro los siguientes viveros específicos serán enviados a sitios específicos:

Antracnosis.....	IAPAR-Irati ENCAPA-Venda Nova/ES
Mancha angular.....	CNPAF- Goiania IPA - Caruaru
Añublo bacteriano común.....	PESAGRO - Campos IAPAR - Londrina
Virus del mosaico dorado del frijol.....	CNPAF - Rio Verde EPAMIG - Uberaba IAPAR - Londrina
Mustia hilachosa.....	UEPAE - Porto Velho Ouro Preto UEPAE-Dourados-Ponta Pora
<u>Empoasca</u>	CNPAF - Goiania
<u>Fusarium</u>	EPEAL - Maceio

Los resultados parciales de algunos de estos viveros son:

EMPASC. VIVEROS de introducción en 1982/83. Dos juegos de viveros de introducción (40 líneas negras y 30 de colores) se llevaron a cabo durante la estación de lluvia de 1982/83 en la estación experimental CHAPECO. Las líneas promisorias fueron: A 266, 309, 288, 338, 249, 326 y 334 y BAT 52 para granos de colores y A 210, 211, 227, BAT 108, 148, 1470, 1647, 1552 y RIZ 11 para líneas negras. Estas pasarán a las pruebas preliminares de rendimiento.

Viveros de adaptación en el noreste en EPAGE. El principal factor principal en esta región es la falta de agua. Durante el ciclo de crecimiento el vivero en Tiangua solo recibió 70 mm y 287 mm en Ubijara. Las líneas sobresalientes en Ubijara y Tiangua aparecen en el Cuadro 121. Algunas líneas (A 351, A 339, A 340 A160 y A 353) fueron tolerantes a Empoasca. Estas líneas también estuvieron libres del ataque de Gargaphia. Otros experimentos enviados a noreste de Brazil no pudieron sembrarse por falta de lluvia.

Vivero de introducción de líneas avanzadas mejoradas de grano negro en PESAGRO. Setenta y ocho líneas avanzadas y mejoradas de grano negro se sembraron en la estación experimental de PESAGRO, en Campos. De éstas, nueve pasaron a las pruebas preliminares de rendimiento (Cuadro 122).

Dirección de la Investigación para el Futuro

Para obtener un número más grande de líneas adaptadas a las condiciones brasileras, se sugieren las siguientes estrategias:

- Comenzar un proyecto colaborativo de cruzamiento entre el CNPAF y el CIAT.
- Introducir líneas mejoradas en generación temprana del CIAT. Estas introducciones serán mermadas a medida que el proyecto colaborativo vaya siendo efectivo.
- Seleccionar líneas para tolerancia en suelos de bajo P durante la multiplicación de la semilla.
- Efectuar estudios de raíces y desarrollar métodos de selección para tolerancia a bajo P que no sean destructivos.

Cuadro 122. Datos de producción de frijol obtenidos del NBERN en Brasil en 1982.

	<u>Estado</u>	Area (ha)	Producción (+)	% Caupí	Rendi- miento promedio (kg/ha)
Region I	Rio Grande do Sul	213,451	146,763	0	688
	Santa Catarina	373,000	321,040	0	861
	Parana	879,990	666,800	0	758
	Espiritu Santo	110,013	55,555	0	505
	Rio de Janeiro	<u>25,787</u>	<u>17,021</u>	0	660
		1,602,241	1,207,179	0	660
Region II	Goiania	232,005	95,696	0	412
	Mato Grosso	99,150	47,499	0	479
	Mato Grosso do Sul	<u>50,230</u>	<u>24,319</u>	0	484
	Minas Gerais	743,755	335,833		452
	Sao Paulo	<u>574,945</u>	<u>396,600</u>		683
		1,700,085	895,947		
Region III	Bahia	689,699	224,527	10	326
	Pernambuco	270,804	92,358	54	341
	Alagoas	150,236	49,576	10	330
	Sergipe	86,257	43,215	5	501
	Paraiba	207,509	28,002	2	135
	Rio grande do Norte	120,876	19,130	95	158
	Ceara	<u>595,190</u>	<u>167,279</u>	98	281
		2.120,571	624,087		

* Levantamento Sistemático de Produção Agrícola, (IBGE), 1982

** Estimado del CNPAF en 1980

Cuadro 123. Las 10 líneas de grano negro sobresalientes en el EPR 83.

<u>Identificación</u>	<u>País de origen</u>	<u>Rendimiento Promedio (kg/ha)</u>
1. ICTA Quetzal	Guatemala	1,945
2. ICA Pijao	Colombia	1,877
3. PV 99 N	Costa Rica	1,858
4. EMP 84	CIAT	1,817
5. RAI 78	IAPAR	1,806
6. CNF 178	CNPAF	1,782
7. Preto 132	CNPAF	1,779
8. BAT 431	CIAT	1,766
9. A 222	CIAT	1,698
10.A 237	CIAT	1,696
<u>Testigo</u>		
Río Tibagi	IAPAR	1,544
Carioca	IAC	1,681

Cuadro 124. Resumen de rendimiento de las 10 líneas sobresalientes en cuatro localizaciones en pruebas estatales de rendimiento efectuadas por el EMGOPA, en Goiás, 1982/83.

<u>Identificación</u>	<u>Color de grano</u>	<u>Rendimiento (kg/ha)</u>
1. A 295	Crema	956
2. Carioca	Carioca	894
3. CNF 178	Negro	893
4. AYSO	Rosado	973
5. IPA 74-19	Crema	848
6. IPA 1	Crema	843
7. Aroana	Café	838
8. A 248	Carioca	833
9. Río Tibaji	Negro	828
10. ICA Col 10301	Negro	826
Promedio de 20 líneas		817
CV (%)		28.1

Cuadro 125. Rendimiento de las 10 líneas sobresalientes evaluadas en el noreste de Brasil en Ubajara y Tiangua en 1983.

Entrada	Rendimiento (kg/ha) en Ubajara	Entrada	Rendimiento (kg/ha) en Tiangua
A 338	620	CATU	106
A 292	568	A 160	98
A 318	560	BAT 85	94
AETE 1/37	559	A 352	92
A 331	538	A 353	88
A 339	526	A 357	88
A 330	518	A 344	87
A 344	499	A 340	87
AETE 3	477	EMP 115	78
A 176	474	A 161	78
<u>Testigos</u>		<u>Testigos</u>	
IPA 74-19	464	IPA 7419	84
IPA 1	357	IPA 1	55
G 5059	388	G 5059	26
CV (%)	29.2	CV (%)	47.5

Cuadro 126. Rendimiento de las líneas negras sobresalientes del vivero de introducción en PESAGRO, Campos en 1982/83.

Identificación	Rendimiento (kg/ha)
1. EMP 84	2,604
2. EMP 60	2,125
3. ICTA Quetzal	2,083
4. A 272	2,104
5. BAT 1647	2,000
6. XAN 78	1,958
7. BAT 304	1,917
8. BAT 76	1,792
9. BAT 434	1,646
<u>Testigos</u>	
G 4495	2,167
Moruna	1,938
G 2005	1,729

Perú

El proyecto regional del CIAT para investigación y extensión agrícola en frijol en Perú (financiado por el Banco Mundial) ha estado funcionando durante los últimos seis meses. Este proyecto es la fase siguiente al Proyecto Suizo con un cambio de énfasis hacia mejoramiento de los cultivos. El proyecto tiene un fitomejorador, que también actúa como co-líder dentro del Programa Nacional de Leguminosas de Grano (PNLG) del Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (INIPA) en Perú. Hasta la fecha las actividades del co-líder han sido de apoyo a los programas regionales de leguminosas de grano en los 15 Centros de Investigación y Promoción Agrícola (CIPA), dando prioridad a los programas de frijol. De todas las leguminosas comestibles, el frijol tiene la mayor importancia económica para el Perú donde el área en 1979 fué de 63.000 hectáreas con una producción total de 61.000 toneladas de frijol seco, grano verde (granos fisiológicamente maduros, sin secar) y habichuelas.

Actividades generales relacionadas con el trabajoGeneralidades y organización

Durante el primer semestre de trabajo se dió prioridad a la familiarización con las tareas a cumplir con el fin de facilitar la integración del trabajo hecho por los investigadores y el de los extensionistas agrarios. Con este fin, se llevó a cabo reuniones para la evaluación y planeación con los grupos de trabajo (de investigadores y especialistas en extensión en leguminosas de grano) en cada uno de los 11 CIPA*s - eventos que notablemente sirvieron para desarrollar un mejor plan de operación para el PNLG en 1984.

Organización y coordinación de la "Conferencia sobre Evaluación de Investigación y Trabajo de Extensión Agrícola en Frijol, en el Perú"

Esta reunión se efectuó en Septiembre 19-21, de 1983 en Chiclayo, Perú con el apoyo del anterior Proyecto Suizo sobre frijol y el personal del Programa de Frijol del CIAT. El objetivo principal de la reunión fué evaluar los resultados y los avances del Programa de Frijol durante los últimos años. Como resultado de esta reunión, se hicieron recomendaciones concretas para cada una de las tres regiones principales de producción de frijol del Perú (la costa, el altiplano, y las áreas boscosas lluviosas). Una de las principales observaciones fué que desde 1977 ha habido una reducción gradual no sólo en el área cultivada sino también en la producción de esta leguminosa. Esta situación se tornó más crítica en 1982-83 debido a abundantes lluvias en la parte norte del país y a la severa sequía en el altiplano y en la costa del sur que afectó la producción del cultivo.

Organización y Coordinación de la "II Conferencia Anual del Programa Nacional de Leguminosas de Grano de INIPA en Perú"

La conferencia se efectuó del 11 al 15 de octubre de 1983, en la Estación Experimental de ICA del CIPA VI en la costa sur-central. Los

objetivos principales fueron analizar los resultados obtenidos de la campaña agraria de 1982-83 sobre investigación y desarrollo en frijol común, caupi, frijol lima (Phaseolus lunatus), soya y garbanzo. Al mismo tiempo, se elaboraron proyectos y subproyectos sobre investigación y extensión agrícola para 1984 con sus presupuestos correspondientes. En base a las recomendaciones especiales de esta conferencia se desarrolló un plan de emergencia para el incremento y la producción básica de semilla de frijol con el fin de reducir la posible escasez en 1984. Además, se hizo un esfuerzo especial en las estaciones experimentales y en los campos de los agricultores para estimular el consumo de frijol y otras leguminosas comestibles en el Perú.

Principales Resultados y Avances en la Investigación en el Perú

Región de la Costa

El mosaico común es el principal problema patológico que afecta al frijol en el Perú. Se hizo evaluación en el campo, de líneas experimentales, en la costa norte en la Estación Experimental de Vista Florida, Lambayeque, y en la costa central en la Estación Experimental de Chincha, ICA. El Cuadro 126 muestra las líneas que sobresalieron por su resistencia al virus y en adaptación, y las líneas sobresalientes en adaptación y rendimiento de las 354 líneas experimentales evaluadas en la estación experimental de Vista Florida Lambayeque.

De la investigación hecha por la Universidad Nacional Agraria La Molina en siembras en verano (diciembre-enero) cuando las temperaturas son más altas en la costa central de Perú, las siguientes líneas tuvieron los rendimientos más altos : Puebla 304, G 154A y Pinto 4I 114 (Cuadro 127).

El altiplano de Perú

En esta región promisoría donde se cultivan casi 28.000 hectáreas de frijol seco se llevó a cabo tres experimentos de rendimiento con líneas experimentales y variedades, en la Estación Experimental de Cajabamba en Cajamarca. Como se observa en el Cuadro 128, la variedad experimental Gloriabamba (G 2829) que se promociona actualmente en la región, tuvo el rendimiento más alto junto con las líneas G 2333. Puebla 444 y G858.

Sin embargo, se están intensificando los estudios en esta región alta para identificar nuevas líneas de frijol con resistencia a antracnosis y a la mancha foliar aschochita - las dos enfermedades que reducen el rendimiento drásticamente. El Cuadro 129 muestra las líneas con la mejor adaptación y tolerancia a las dos enfermedades al evaluar 417 líneas experimentales en Cajamarca.

Varias pruebas de rendimiento se llevaron a cabo, con líneas experimentales, en el altiplano central de Perú en la provincia de Huanta. Los resultados en el Cuadro 130 muestran que las mejores líneas fueron BAT 482 y BAT 1296.

Las líneas arbustivas de grano blanco y rojo también fueron evaluadas en dos sitios diferentes en las zonas de producción de frijol, en el departamento de Cuzco, en el altiplano central. La línea ICA L-24 tuvo el mayor rendimiento junto con las otras cuatro líneas de grano rojo (Cuadro 131). La línea 24 también fué sobresaliente en otros experimentos en la zona. Similarmente, la línea de grano blanco, Ex Rico 23 sobresalió en la zona por su alto rendimiento y amplio margen de adaptación.

Zona de bosque tropical lluvioso del Perú

En esta región, la investigación y las actividades de extensión agrícola sobre frijol común han sido mínimas ya que la mayoría de los estudios se concentran en otras leguminosas de grano como el caupí, la soya y el maní. Aunque no son sobresalientes sin embargo, en la estación experimental de Tulumayo en el Departamento de Huanuco, se llevaron a cabo dos experimentos con líneas de frijol (Cuadro 132). En uno de los experimentos, la línea CIAT I 276 fué la mejor y en el otro, la mejor fué Guatemala I 14.

Resultados de la capacitación

Las actividades de capacitación en 1983 apoyadas por el CIAT incluyeron el entrenamiento de un biólogo, de CIPA II en Lambayeque, Perú, quien hizo su tesis de MS en patología de frijol. Al mismo tiempo, un agrónomo, el líder del PNLG de INIPA, y un investigador que trabaja con el CIPA XIV - Cusco, participaron en un Taller sobre Mejoramiento Genético de Frijol para la zona Andina y el Brasil, en diciembre 1983.

Se requiere la implementación de un programa ambicioso de capacitación y avance profesional para el personal científico del PNLG de INIPA en Perú, ya que hasta la fecha solamente cinco científicos que trabajan en frijol tienen grados MS y no hay científicos con doctorados.

Cuadro 126. Líneas experimentales de frijol sobresalientes por su resistencia al virus del mosaico común y por su mejor adaptación en dos zonas de la Costa de Perú seleccionadas de un vivero de 354 entradas 1982-83.

Costa Norte:Lambayeque		Costa Central ICA
BAT 83	BAT 1591	BAT 76
BAT 281	FB 8815-9-1-4-F ₄	BAT 883
BAT 389	BAN 15	BAT 1444
BAT 1061	BAN 19	BAT 1719
BAT 1198	BAT 1061 x CIAT 1230	BAT 1724
BAT 1282	A48 (BAT 47 x BAT 1155)	BAT 1725
A-118	FB 7525-6-5-CM(7B)-	BAT 1743
A-140	CM(5B)-CM(41-B)	BAT 1744
A-147		EMP 112
EMP-86		A-48
G-4459		A-491

¹ Seleccionadas de un vivero de 354 entradas.

Cuadro 127. Líneas experimentales de frijol sobre salientes por su altos rendimientos en siembras de verano. Estación experimental La Molina. UNALM, 1982-83.

Líneas experimentales	Color del grano	Rendimiento (t/ha)
UNA 8325 (P 504)	amarillo	2.0
UNA 8321 (G0154A)	amarillo	1.1
UNA 8318 (P 703)	bayo pintado	1.0

Cuadro 128. Líneas y variedades experimentales de frijol voluble, sobresalientes por su rendimiento en tres ensayos en la subestación experimental Cajabamba, Perú, 1982-83.

Líneas sobresalientes	Rendimiento promedio (t/ha)
G 2333	1.1
Gloriabamba	1.0
Puebla 444	1.0
G 858	1.0
Blanco Caballero (testigo)	0.7

Cuadro 129. Líneas experimentales de frijol, sobresalientes por su adaptación y tolerancia a antracnosis y Asochyta. Subestación experimental Cajabamba, Cajamarca, Perú, 1982-1983.

Líneas experimentales	Líneas experimentales
G 687 (Windsor long pod)	G 13889 PLB 255
G 4453 (Diacol Nima)	G 14288 -336
G 12417	BAT 1222
G 12470 (Peru 14-2 Loja)	VRB 81057
G 12572 (Numa Mani Palida-1)	Flor de Mayo (Chapingo)
G 12730 (Frijola)	

Cuadro 130. Líneas experimentales de frijol sobresa-
lientes por su rendimiento (t/ha) en dos
series de ensayos realizados en la provin-
cia de Huanta, Ayacucho, Perú 1983.

Grano Blanco		Grano Rojo	
Línea	Rendimiento ^a	Línea	Rendimiento ^b
BAT 482	1.4	BAT 1296	1.7
Ex-Rico 23	1.2	BAT 1230	1.5
BAT 1061	1.2	ICA-Línea 23	1.4
W-126	1.1		
Variedad			
Local	0.6		

^a Promedio de cinco ensayos.

^b Promedio de tres ensayos.

Cuadro 131. Líneas experimentales de frijol con granos
de color rojo y blanco, sobresalientes por
su rendimiento en dos localidades del de-
partamento de Cusco, Perú, 1983.

Líneas experimentales	Color del grano	Rendimiento (t/ha)
BAT 1276	rojo	2.1
BAT 1272	rojo	2.0
ICA-Línea 24	rojo	2.0
ICA-Línea 17 (Testigo)	rojo	2.0
BAT 1254	rojo	2.0
Ex-Rico 23	blanco	2.1
78-0374	blanco	1.8

Cuadro 132. Líneas experimentales de frijol sobresalientes por su adaptación y rendimiento en dos ensayos efectuados en la estación experimental de Tulumayo, Huanuco, Perú 1982-83.

Líneas	Rendimiento (t/ha)
CIAT I-276	2.0
CIAT I-204	1.5
EEUU I-450	1.5
CIAT I-143	1.4
Guatemala I-14	1.6
CIAT I-92	1.4
CIAT I-379	1.2

Capacitación Científica

En 1983, la sección de capacitación científica continuó apoyando los esfuerzos de los investigadores en frijol en la red internacional. Se dió énfasis a la capacitación de científicos de instituciones nacionales para el desarrollo, evaluación y promoción de germoplasma promisorio. Igual que el año pasado, se dió énfasis a la capacitación fuera del CIAT. Esto se refleja en el apoyo dado a siete cursos nacionales en Brasil, Costa Rica, Cuba, Colombia, Honduras y República Dominicana (Cuadro 133). El décimo curso intensivo multidisciplinario en investigación sobre producción de frijol se efectuó durante seis semanas con la participación de 20 investigadores visitantes de Colombia (8), México (3), Paraguay (2), El Salvador (2), Ecuador (2), Brasil (1), Costa Rica (1) y Nicaragua (1).

Los avances logrados por los científicos, particularmente con respecto a la producción de líneas mejoradas para estos países, ha ligado estrechamente los objetivos académicos de estos cursos con el desarrollo de experiencia en la conducción de pruebas a nivel de finca utilizando las líneas más promisorias.

Aprovechando la experiencia anterior en 1982 con dos instituciones colombianas, la Federación Nacional de Cafeteros y la CVC, los participantes continuaron obteniendo semilla y el material correspondiente para llevar a cabo experimentos con estas líneas avanzadas en sus respectivos sitios de trabajo.

Así la red de colaboradores en los respectivos programas nacionales se refuerza y estimula -una red, que a consecuencia del curso, está encargada de la responsabilidad no solo de conducir los experimentos sino de hacer que los agricultores estén concientes de estas variedades nuevas. Como ejemplo específico de las actividades de esta red, los participantes de la Federación Nacional de Cafeteros y la CVC capacitados en cursos coordinados por el ICA y el CIAT, dirigieron los experimentos finales de rendimiento de la variedad ICA Llanogrande y de las líneas ICA L 24 y BAT 1297 en la zona cafetera de Colombia.

Capacitación orientada hacia títulos académicos

Nuestra contribución a las instituciones nacionales para el desarrollo de líderes científicos, por medio del apoyo de la investigación, orientada hacia títulos académicos tales como Ph.D y MS, garantiza la continuidad de la investigación y estimula a estas instituciones para dirigir investigación independiente y en colaboración.

Dos profesionales terminaron su investigación al nivel de MS en 1983, mientras que cuatro investigadores comenzaron su trabajo para MS y dos para Ph.D's. Además, dos investigadores terminaron sus proyectos postdoctorales.

Origen de los profesionales capacitados

El Cuadro 134 muestra el origen por país de los 44 profesionales que llegaron al CIAT para capacitación durante 1983. El mayor número vino de Colombia (9). Es importante notar la presencia de cinco profesionales del Africa, lo que indica el creciente interés del programa por extender la red al Africa.

Capacitación por disciplinas

El Cuadro 135 muestra la actividad de capacitación por disciplina medida en números de profesionales, número total de meses de capacitación y número de meses por hombre. Se dió mayor énfasis a la capacitación en fitomejoramiento, agronomía y fitopatología.

Categorías de capacitación

El Cuadro 136 muestra el número de profesionales por categoría de capacitación. La categoría de los investigadores visitantes ocupa el primer puesto con 25 personas y un total de 101.8 meses para un promedio de cuatro meses/hombre. (nota: el tiempo de residencia de cuatro meses es igual a la longitud del ciclo del cultivo).

Producción de materiales de adiestramiento

Como en 1982, el énfasis principal en la producción de materiales para capacitación se dió a las unidades audiotutoriales. En el Cuadro 137 se da el estado actual de la producción de unidades audiotutoriales sobre fríjol.

Seminarios

Se llevaron a cabo cuatro seminarios en 1983, en los cuáles participaron un total de 79 científicos. Cada taller se caracterizó por trabajo intensivo en el campo, que permitió el intercambio de criterios de selección para líneas promisorias, escalas de evaluación y metodologías para tolerancia o resistencia a problemas de producción, y las metodologías para evaluación, a nivel de finca, de nuevas tecnologías (Cuadro 138).

Cuadro 133. Relación de cursos adelantados en 1983.

País	Entidades	No. de participantes
Colombia	FEDECAFE, ICA	33
Cuba	Ministerio de Agricultura	31
Brasil	EMBRAPA	26
Colombia	FEDECAFE, ICA	13
Costa Rica	Ministerio de Agricultura	
	Universidad de Costa Rica	28
República Dominicana	Secretaría de Estado	
	Proyecto Título XII	29
Honduras	Secretaría de Recursos Naturales	29
Colombia	CIAT, con fase intensiva	<u>20</u>
	curso de adiestramiento	
	Total.....	209

Cuadro 134. Procedencia de los profesionales capacitados en 1983

País	No. de participantes	Total meses
Argentina	1	4.6
Brasil	3	10.4
Chile	1	0.6
Colombia	9	20.0
Costa Rica	1	5.3
Cuba	3	10.4
Ecuador	3	7.0
Honduras	1	3.2
México	4	10.8
Nicaragua	2	8.2
Paraguay	2	10.7
Perú	2	10.8
El Salvador	2	10.6
EEUU	3	11.7
Holanda	1	9.1
Egipto	1	4.0
Kenya	1	2.9
Tanzanía	3	8.4
Zambia	1	4.0
Total.....	<u>44</u>	

Cuadro 135. Intensidad de la capacitación por disciplina, medida en términos de número de profesionales, total de meses y meses/hombre 1983.

Disciplina	No. de participantes	Total	Meses por hombre
Agronomía	7	31.16	4.45
Economía	1	9.13	9.13
Entomología	5	20.30	4.06
Mejoramiento	15	44.16	2.94
Fitopatología	5	22.40	4.48
Fisiología	1	6.70	6.70
Semillas	1	4.03	4.03
Producción	8	10.63	1.32
Manejo de recursos genéticos	1	4.93	4.93
Total.....	44		

Cuadro 136. Número de profesionales por categoría de capacitación

Categoría	No. de participantes	Total meses	Meses/hombre
Investigador Asociado Visitante Tesis Ph.D.	2	6.56	3.28
Investigador Visitante Tesis M. Sc.	4	20.23	5.05
Investigador Visitante	25	101.83	4.07
Curso corto	8	10.63	1.32
Investigador Asociado	5	14.20	2.84
Total	44		

Cuadro 137. Estado actual de la producción de unidades
audiotoriales sobre frijol.
Unidades en Español en Distribución

1. Descripción y daño de las plagas que atacan el frijol (segunda edición).
2. Principales insectos que atacan el grano de frijol almacenado y su control.
3. El lorito verde (Empoasca kraemeri Ross y Moore) y su control.
4. Principales crisomélidos que atacan el frijol y su control.
5. Enfermedades del frijol causadas por hongos y su control.
6. Enfermedades del frijol causadas por virus y su control.
7. Técnicas para el aislamiento, identificación y conservación de hongos patógenos del frijol.
8. Enfermedades bacterianas del frijol; identificación y control.
9. La roya del frijol y su control.
10. Pudriciones radicales del frijol y su control.
11. La antracnosis del frijol y su control.
12. La mancha angular del frijol y su control.
13. Principales nemátodos que atacan el frijol y su control.
14. La mustia hilachosa del frijol y su control.
15. Cruzamiento del frijol.
16. Diversidad genética de las especies cultivadas del género Phaseolus.
17. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común.
18. Semilla de buena calidad.
19. Manejo y control de las malezas en frijol.
20. Morfología de la planta de frijol (segunda edición).

Unidades en español que saldrán en los próximos meses

21. Mejoramiento de frijol por introducción y selección (marzo/84 aproximadamente).
22. Desórdenes nutricionales de la planta de frijol (marzo/84 aproximadamente).
23. Control genético del mosaico común (enero/84 aproximadamente).

Unidades traducidas al inglés en distribución

1. Enfermedades del frijol causadas por hongos y su control.
2. Semilla de frijol de buena calidad.

Unidades traducidas al inglés y editadas

3. Diversidad genética de las especies cultivadas del género Phaseolus.

Unidades traducidas al inglés sin editar

4. Técnicas para el aislamiento, identificación y conservación de hongos patógenos del fríjol.
5. Principales crisomélidos que atacan el fríjol y su control.
6. Enfermedades bacterianas del fríjol: identificación y control.
7. La roya del fríjol y su control.
8. La antracnosis del fríjol y su control.
9. Pudriciones radiculares del fríjol y su control.
10. Morfología de la planta de fríjol común.
11. Principales insectos que atacan el grano del fríjol almacenado y su control.

Unidades producidas en el exterior

1. La mecanización del fríjol (Cuba)
-

Cuadro 138. Reuniones de trabajo

Temas	No. de participantes
Mejoramiento de frijol - América Central y Caribe	7
Mejoramiento de frijol - Zona Andina y Brasil	15
Desarrollo proyecto colaborativo de investigación sobre frijol en Africa Oriental.	36
Futura dirección de investigación en fincas	21
Total.....	79

Investigación Colaborativa en Frijol en IVT, Wageningen, Holanda.
Incorporación de genes de resistencia en líneas mejoradas del CIAT
Programa con IVT 7233 x IVT 7214. Nueve poblaciones F_2 RC 2 del de CIAT x F_3 (IVT 7233 x IVT 7214) fueron evaluadas con la 2^a mezcla de cepas de NL3, NL4, y NL5 del BCMV para seleccionar las plantas resistentes que tuvieran los genes bc-3 con I. Se separaron casi 1.000 plantas de las cuáles 171 eran resistentes. Con ellas hicieron cruces de prueba con Great Northern 31 para obtener genes bc-u y bc-2 2 y que dieron una doble resistencia al añadir los genes ya mencionados bc-3 e I; se cosecharon semillas de las plantas seleccionadas. La F_1 de los 700 cruces de prueba fué inoculada con BCMV NL3, NL4 y NL5 1^a indicando que 21 plantas F_2 también llevan bc-u y bc-2 2 . Las líneas F_3 de estas 21 plantas F_2 fueron evaluadas con BCMV NL3, NL4 + NL5 3^a para confirmar su resistencia y todas resultaron resistentes. Las líneas F_3 también fueron evaluadas con BYMV, cepa T. Once líneas de las 21 también fueron resistentes a este virus que pertenecían a seis de las nueve poblaciones F_2 . La semilla de estas líneas será traída al CIAT en enero 1984. Estas 11 líneas F_3 se comportaron tan resistentes a ambos virus y se presume que tienen genes bc-u, bc-2 2 , bc-3 y el I presentes en forma homocigota.

Programa con IVT 7620. Más de 2.800 plantas de 15 poblaciones de progenitores del CIAT x IVT 7620 fueron separadas con BCMV NL3, + NL4 + NL5 conservándose 105 plantas sin síntomas para semilla de F_3 . Las 105 líneas F_3 fueron evaluadas con BCMV NL3, NL4, NL5 y 25 líneas tuvieron plantas con necrosis sistémica (que muchas veces no es visible en la planta adulta). Las 80 líneas restantes se están evaluando para resistencia a la cepa T de BYMV. Las semillas de estas líneas serán traídas al CIAT en enero 1984 pero los resultados de la prueba BYMV serán enviados al CIAT antes de seleccionar los progenitores para el segundo retrocruzamiento.

Evaluación con BCMV líneas mejoradas del CIAT y de progenitores que tienen el gene I para detectar genes adicionales recesivos.

Cincuenta y ocho accesiones con el gene I fueron evaluadas con NL#3 a 20°C y con NL2 y NL6 a 30°C para detectar genes recesivos adicionales. Se pudo llegar a conclusiones para 26 accesiones, las otras deben también ser evaluadas con NL8. Veintiuno de los 26 progenitores del CIAT tuvieron el gene I 2^a sin genes bc; adicionales cuatro también tuvieron bc-1 y uno tuvo bc-2 2 .

Evaluación de líneas mejoradas para tierras altas andinas para su resistencia a BCMV. Se evaluaron 580 líneas mejoradas con BCMV NL8. Aproximadamente 126 líneas tenían el gene I y fueron resistentes a ella. Aproximadamente 14 de 454 líneas sin el gene I también fueron resistentes a NL8.

Un total de 312 líneas se consideró tener un buen color rojo moteado; 13 de ellos tenían gene I y además por lo menos un gene bc recesivo; de igual manera, 13 no tuvieron el gene I. Los genes bc en las 13 líneas con el gene I dominante, y aquellas en las 13 líneas sin

el I se están identificando por medio de experimentos con las cepas de BCMV, NL2, NL3, y NL6.

Evaluación para resistencia a razas de Colletotrichum

Sesenta y seis números del banco de genes del CIAT provenientes del Africa, resistentes a antracnosis en evaluaciones en el campo, en La Selva, Colombia, fueron evaluados con las razas lambda, iota, C 236 y algunas con alpha Brasil en un experimento en el invernadero. La infección con lambda fué demasiado débil mientras que el experimento con alpha Brasil sólo pudo hacerse con parte de las accesiones debido a la escasez de semilla. El experimento con esta raza se continuará el año entrante tan pronto esté disponible la semilla, mientras que el experimento con lambda será repetido y un experimento con epsilon Kenya será incluido. Dos accesiones fueron resistentes a iota y una ligeramente susceptible, mientras que 22 fueron resistentes a C 236 y diez ligeramente susceptible o heterogéneamente resistentes a esa raza. Ninguna de las accesiones fué resistente a iota y a C 236.

Evaluación de progenitores del CIAT para resistencia a mancha de halo.

Treinta y cinco progenitores CIAT fueron inoculados en un experimento en el invernadero con la cepa holandesa Nr 113 de Pseudomonas phaseolicola. La inoculación se hizo frotando la hojas primarias con una suspensión bacterial y polvo Carborundum. El tipo de bacteria pudo infectar a todas las accesiones. La mejor resistencia se encontró en Wisconsin HBR72 que mostró sólo pequeñas lesiones necróticas sin halos transparentes. Great Northern Nebraska Nr 1 sel. 27, Belamí y Jules sólo fueron ligeramente afectados, dando pequeñas lesiones necróticas con halos pequeños, sin clorosis apical y ninguna o muy poca reducción en el crecimiento. Todas las otras accesiones tuvieron lesiones mayores, clorosis apical y considerable reducción de crecimiento, tres semanas después de la inoculación. El experimento será repetido el año entrante incluyendo otras fuentes de resistencia como PI 150.414.

Evaluación de accesiones de P. acutifolius para resistencia a Xanthomonas phaseoli.

Once accesiones de Phaseolus acutifolius fueron inoculadas para resistencia a CBB con la especie holandesa Nr 482 de X. phaseoli fuscans. Se encontraron considerables diferencias en cuanto a resistencia. Una accesión de Yugoslavia y la Nayarit 13B del CIAT fueron resistentes, lo mismo que la PI 319.443 y PI 321.638 de la Universidad de California, Riverside. Otras accesiones fueron susceptibles.

PROGRAMA DE FRIJOL

Científicos principales

- Aart van Schoonhoven, Ph.D., Entomólogo, Coordinador
- Stephen Beebe, Ph.D., Fitomejorador, Proyecto Frijol para América Central (con sede en Asunción Mita, Guatemala)
- Jeremy H. Davis, Ph.D., Fitomejorador, Fitomejoramiento
- Michael Dessert, Ph.D., Proyecto Frijol para Africa Central (con sede en Rubona, Ruanda)
- Guillermo E. Gálvez, Ph.D., Fitopatólogo, Coordinador Regional, Proyecto Frijol para América Central (con sede en San José, Costa Rica)
- Guillermo Hernández Bravo, Ph.D., Fitomejorador, Colíder, Proyecto Colaborativo de Frijol Banco Mundial/INIPA (Perú)/CIAT (con sede en Chiclayo, Perú)
- Francisco J. Morales, Ph.D., Virólogo, Virología
- Silvio H. Orozco, M.S., Agrónomo, Proyecto Frijol para América Central (con sede en Ciudad de Guatemala, Guatemala)
- Douglas Pachico, Ph.D., Economista, Economía
- Marcial Pastor-Corrales, Ph.D., Fitopatólogo, Fitopatología
- * Federico Scheuch, M.S., Agrónomo, Proyecto Colaborativo de Frijol Perú/CIAT (con sede en Lima, Perú)
- Shree P. Singh, Ph.D., Fitomejorador, Fitomejoramiento
- Steven R. Temple, Ph.D., Fitomejorador, Fitomejoramiento
- Michael D. Thung, Ph.D., Agrónomo, Agronomía (con sede en el CNPAF, Goiania, Brasil)
- Oswaldo Voysest, Ph.D., Agrónomo, Agronomía

Jonathan Woolley, Ph.D., Agrónomo, Sistemas de Cultivo

Científicos visitantes

David Allen, Ph.D., Fitopatología

Jairo Castaño, Ph.D., Fitopatología

N. Ruairaidh Sackville Hamilton, Ph.D., Sistemas de Manejo de Datos

Jeffrey White, Ph.D., Fisiología

Científicos posdoctorales

Guy Hallman, Ph.D., Entomología

* James Nienhuis, Ph.D., Fitomejoramiento

Joachim Voss, Ph.D., Proyecto Frijol para Africa Central (asignado por la Fundación Rockefeller, con sede en Rubona, Rwanda)

Asociados de investigación visitantes

* Krista C. Dessert, M.S., Nutrición

Elizabeth Lewinson, M.S., Agronomía (Proyecto Gembloux)

Jeffrey MacKelroy, M.S., Fitomejoramiento

Asociados de investigación

Mauricio Castaño, Ing. Agr., Virología

Jorge E. García, Ing. Agr., Entomología

José Ariel Gutiérrez, M.S., Fitomejoramiento

Nohra R. de Londoño, Ing. Agr., Economía

Carlos Adolfo Luna, M.S., Economía

Jorge Ortega, M.S., Agronomía

Asistentes de investigación

- Lucía Afanador, Biol., Fitopatología
- Jorge Beltrán, Ing. Agr., Sistemas de Cultivos
- César Cajiao, Ing. Agr., Fitomejoramiento
- Jesús A. Castillo, Ing. Agr., Fisiología
- Carlos Francisco Chavarro, Ing. Agr., Ccordinación
- Aurora Duque, Ing. Agr., Microbiología
- * Myriam C. Duque, Lic. Mat., Economía
- Oscar Erazo, Ing. Agr., Agronomía
- Diego Fonseca, Ing. Agr., Fisiología
- Oscar Herrera, Ing. Agr., Sistemas de Cultivos
- Carlos Jara, Ing. Agr., Fitopatología
- Germán Llano, Fitopatología
- * Carlos Mantilla, Ing. Agr., Entomología
- Nelson Martínez, Ing. Agr., Agronomía
- Gustavo Montes de Oca, Ing. Agr., Agronomía
- Carlos Aníbal Montoya, Fitopatología
- Andrea Niessen, Biol., Virología
- Gloria Isabel Ocampo, Bact., Microbiología
- Darío Ramírez, Ing. Agr., Fitomejoramiento
- Diego Santacruz, Ing. Agr., Agronomía
- Miguel S. Serrano, Biol., Ent., Entomología
- Gerardo Tejada, Ing. Agr., Agronomía

* Se retiró en 1982.

APENDICE I: LISTA DE CENTROS E INSTITUCIONES ASOCIADOS

AVRDC	Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan.
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica.
CDA	Collaboration for Development in Africa.
CENARGEN	Centro Nacional de Recursos Genéticos, Brazil
CIAB	Centro de Investigación Agrícola del Bajío, México
CI/GOC	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.
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
CRSP	Collaborative Research Support Program.
CVC	Corporación Autónoma Regional de Valle y Cauca
EEAOC	Est. Exptl. Agrícola Obispo Colonbres.
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Brasilia, Brasil.
EMCAPA	Empresa Capichaba de Pesquisa Agropecuaria, Brasil.
EMGOPA	Empresa Goiania de Pesquisa Agropecuaria, Brasil.
EMPASC	Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Santa Catarina, Brasil.
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
FEDECATE	Federación Nacional de Cafeteros, Colombia
IAPAR	Fundacao Instituto Agropecuario de Paraná, Brasil.
IAR	International Agricultural Research.
IBPGR	International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy.
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
ICARDA	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Beirut, Lebanon.
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Guatemala, City, Guatemala.
INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, México, D. F., México.
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agrícola, Perú.
INIPA	Instituto Nacional de Investigaciones y Promoción Agraria, Lima, Perú.
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.

ISAR	Institut Scientifique et Agronomique du Rwanda
ISNAR	International Service for National Agricultural Research, The Hague, Netherlands.
IVT	Instituut Veredelng Tuinbouwge wassen.
PCCMCA	Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos Alimenticios
SDC	Swiss Development Cooperation, Switzerland.
UEPAE	Unidad de Execucao de Pesquisa de Ambito Estadual, Brasil.

APENDICE II

Lista de las accesiones "G" en el banco de germoplasma usados en el Informe Anual de Frijol en orden numérico y descritas según su identificación, registro local y fuente.

No. G	Identificación	Registro local Origen	Origen Fuente
<u>Phaseolus vulgaris</u>			
01019		PI 246563	Congo EEUU
01040		PI 2466563	México EEUU
01061		PI 281597	Italia EEUU
01089	Pelandron	PI 282045	Chile EEUU
01449		PI 255309	México EEUU
00153	Aysekadin	PI 164930	Turquía EEUU
00159	Cali Fasulya	PI 165078	Turquía EEUU
00332	Gelin	PI 169902	Turquía EEUU
00568		PI 176712	Turquía EEUU
00623	Barbunya	PI 179421	Turquía EEUU
00677		PI 181892	Repub. Sud Africa EEUU
00688	Barbunya	PI 182268	Turquía EEUU
00910		PI 206983	Turquía EEUU
02005		PI 310739	Guatemala EEUU
02211	Colorado	PI 311824	Guatemala EEUU
02587	Col No. 19	PI 313709	México EEUU
02618	Col No. 168	PI 313755	México EEUU
02641	Col No. 22	PI 313785	Guatemala EEUU
02819	Bayo	PI 319621	México EEUU
02829	Apetito	PI 319631	México EEUU
02858	Zacaticano	PI 319665	México EEUU
03366	Puebla 240-A		México México
03410	Puebla 444		México México
03736	Alabama 1	I-1012	EEUU Venezuela
03804	Bolivia 6	I-1095	Bolivia Venezuela
03807	Brasil 2-Pico de Oro	I-1098	Brasil Venezuela
03982	Amarillo 154	C-118	México Costa Rica
04017	Carioca	P-154	Brasil
04459	Nep 2		Costa Rica Costa Rica
04489	Cuilapa 72		Guatemala Guatemala
04495	Porrillo Sintetico		Honduras Honduras
04523	Línea 17		Colombia Colombia
04525	Línea 32		Colombia Colombia
04724	San Martin II		Perú Perú
04829	Parana Lote 3		Brasil Brazil
04835 (35160)			
05054	Mulatinho	BZL 343	Brasil Brazil
05066		BZL 374	Brasil Brazil
05129	Sacavem 597	BZL 735	Brasil Brazil
05478	Tara		EEUU Puerto Rico
05653	Ecuador 299		Ecuador El Salvador
05693	California Small White 643		EEUU ATL

05740		PI 165426BS	México	EEUU
06040	Guatemala 488	HDR-0548	Guatemala	Honduras
06070	Guatemala 566	HDR-0611	Guatemala	Honduras
06278	Manoa Wonder		EEUU	EEUU
06388	U.F.V. 283	BZL-283	Brasil	Brazil
06977	Ecuador 131	HDR-0250	Ecuador	Honduras
07148	211-95/50 P.S.	Brasil-668	Brasil	Brazil
07160	Tortolas x Diana		Chile	Chile
07249	Apurimac 46	LM-1369	Perú	Perú
07457	Colorada	NI-11	Rwanda	Bulgaria
07613	Aragon		Alemania	Oriental
07633	Coco Bicolore du pape		Alemania	Oriental
07635	Coco Rose		Alemania	Oriental
08892		PI 201290	México	EEUU
10053	Witte Stokboon Dinxperloo	1.38	Holanda	Holanda
10943	Negro	DGD78/014	México	México
10977	Café	DGD78/038E	México	México
11506	México 1290		México	El Salvador
12666	Porato Amarillo	NAR -020	Colombia	Colombia
12722	ICA Viboral		Colombia	Colombia
12752	M 7466B-9-2-Bulk		México	EEUU
12891		PI 417624	México	EEUU
12952		PI 417778	México	EEUU
12953		PI 417780	México	EEUU

Phaseolus coccineus

35022		PI 165421	México	EEUU
35023	Frijolan	PI 165436	México	EEUU
35075		PI 247303	EEUU	EEUU
35122		PI 325601	México	EEUU
35171		NI-015	Zaire	Nigeria
35172		NI-016	Zaire	Nigeria
35174		NI-229	Zaire	Nigeria
35315	Scarlet from Bucarest	NI-132	Rumania	Bulgaria
35317		NI-373	Venezuela	Bulgaria

Phaseolus acutifolius

40005		PI 200902	El Salvador	EEUU
40034	Nayarit 13-B		México	México