

256

PROGRAMA DE FRIJOL - CIAT 1976



CENTRO DE DOCUMENTACION

Por P H Graham

Lider del Programa y Microbiólogo

Problemas de la Producción de Frijol en América Latina

La producción de frijol en América Latina cubre un amplio rango de condiciones ,ropecuarias y prácticas culturales En países tales como Argentina y Chile donde el frijol es sembrado bajo condiciones de irrigación v con insumos técnicos considerables, por ejemplo, fungicidas, insecticidas y fertilizantes, los rendimientos promedian 1000-1200 kg/ha En cambio hay áreas tales como el Huila en Colombia donde la producción se centra en pequeñas fincas, donde los fertilizantes, fungicidas y otros insumos no son utilizados o no se encuentran disponibles, y donde el cultivo es sembrado frecuentemente en áreas de baja fertilidad y onduladas a menudo en asociación con maíz Ahí el rendimiento muchas veces no alcanza los 600 kg/ha Dado que el rendimiento regional promedio es de solo 620-650 kg/ha es razonable asumir que el sistema agrícola último es predominante y que esto se quedará así a menos que se puedan alcanzar mayores aumentos en el rendimiento Tal como lo ha señalado el Dr Sanders, el frijol en este momento no es competitivo con soya, caña de azúcar y algodón, a pesar que en muchas áreas están sujetos a movimientos marcados dentro y fuera del mercado a medida que cambia el precio

Cuales son los problemas de la producción de frijol y cual es el potencial del cultivo? Entre varias razones adelantadas para explicar los bajos rendimientos actuales, la más común es la ayuda insuficiente e inconsistente a la investigación Actualmente hay menos de 200 científicos de frijol en América Latina,

muchos de ellos están dedicados a más de un cultivo. Pocos países han mantenido programas de frijol a niveles relativamente altos y en la mayoría de ellos se hace énfasis en una forma extremadamente limitada, principalmente agrónomos y patólogos

Talvez el factor limitante del rendimiento más importante es la enfermedad de las plantas. Como lo muestra la Tabla 1, el virus del mosaico común, roya, antracnosis y mancha angular son enfermedades importantes en la mayor parte de América Latina y pueden causar pérdidas devastadoras debido a ellas. Esta situación se complica por frecuente calidad inadecuada de semilla. Aún en Brasil la semilla certificada constituye solo el 1-3% de la semilla sembrada; es virtualmente inobtenible entre los pequeños agricultores. Esta situación es ideal para los diversos patógenos incluyendo antracnosis y virus del mosaico común los cuales son transmitidos por la semilla, y los cuales pueden reducir la emergencia en áreas de Colombia a menos de 18% (Informe Anual CIAT, 1975). Los insectos también pueden limitar la producción de semillas.

En el lado más optimista se pueden observar rendimientos extremadamente altos en experimentos obtenidos en CIAT y otras granjas experimentales y esperar que puedan ser extendidos a los campos del agricultor. Por lo tanto en CIAT y bajo condiciones controladas se han obtenido rendimientos hasta de 4.5 ton/ha con frijol arbustivo y rendimientos de 3.0 toneladas no son raros. Se ha obtenido un rendimiento tan alto como 6 ton/ha en frijol trepador. Que se necesita para transferir tales resultados al agricultor donde el control de enfermedades es un factor limitante?

Tabla 1 Enfermedades principales de *Phaseolus vulgaris* en América Latina y su importancia por país

	Brasil	Colombia	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Haití	Honduras	Nicaragua	Panamá	Paraguay	Perú	República Dominicana	Frecuencia por país
Mosaico Común (CBMV)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12
Mosaico amarillo	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	4
Añublo común ( <i>Xanthomonas</i> )	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	7
Roya ( <i>Uromyces</i> )	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	11
Mustia hilachosa	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	5
Antracnosis ( <i>Colletotrichum</i> )	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	10
Mancha angular	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	9
Mildeo polvoso ( <i>Erysiphe</i> )	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	9

+ La enfermedad reviste gran importancia

- La enfermedad no es de gran importancia

Fuente Gutierrez, U et al 1975 Descripción de los principales aspectos del desarrollo del cultivo de frijol en América Latina Centro Internacional de Agricultura Tropical Boletín Técnico del CIAT (en preparación)

## Objetivos del Programa de Frijol del CIAT

El programa de frijol en CIAT tiene un objetivo principal, el de aumentar el rendimiento y productividad de frijol común a través de America Latina. Esperamos llegar a esta meta a través de mejoramiento técnico y varietal como parte de nuestro programa de experimentos, a través de adiestramiento y apoyo de científicos que trabajen en programas nacionales de frijol, y a través del establecimiento de vínculos colaborativos con programas nacionales y laboratorios desarrollados.

Dadas las limitaciones de crédito y extensión que afrontan los pequeños agricultores, el programa tiene énfasis en mejoramientos a bajo costo. Por lo tanto, se tendrá mayor interés en el uso del germoplasma existente en el desarrollo de variedades en combinación con una serie de resistencias a enfermedades e insectos y en minimizar esta dependencia del cultivo a altos niveles de fósforo y nitrógeno.

## Personal del Programa de Frijol del CIAT

En 1977 el presupuesto para programas de investigación en CIAT suma un poco más de \$4 5 millones de los cuales el programa de frijol recibirá casi el 27%. Hemos tratado de estructurar el equipo para atacar los problemas anteriormente mencionados, dando un énfasis considerable a fitopatología y mejoramiento pero también para incluir aquellas disciplinas que no están disponibles en programas nacionales. El equipo por lo tanto incluye 12 científicos a nivel de Ph D con 24 asistentes de investigación o asociados. Los nombres de los científicos y sus funciones se mencionan en la Tabla 2.

Tabla 2 Científicos del equipo de frijol del CIAT - 1977

PETER GRAHAM	- Australiano	- Microbiologo, Líder del Equipo
AART SCHOONHOVEN	- Holandés	- Entomólogo
GUILLERMO GALVEZ	- Colombiano	- Virólogo
HOWARD SCHWARTZ	- EE UU	- Micologo
REINHARDT HOWELER	- Holandés	- Científico del Suelo
STEVEN R TEMPLE	- EE UU	- Mejorador
SHREE P SINGH	- Hindú	- Mejorador
DOUGLAS R LAING	- Australiano	- Fisiólogo
OSWALDO VOYSFST	- Peruano	- Agrónomo
CHARLES FRANCIS	- EE UU.	- Agrónomo
JOHN SANDERS	- EE UU	- Economista
ROBERT BURNS	- Peruano	- Banco de Germoplasma

## Localidades para la Investigación del Programa de Frijol

El programa de frijol tiene programas experimentales en diversas localidades tanto dentro como fuera de Colombia y talvez con tan poco como un 50% del trabajo hecho aquí en la granja del CIAT. Estas localidades han sido escogidas por ser tan representativas como sea posible de áreas de crecimiento de frijol de América Latina.

CIAT Palmira, 1000 m s n m, con una temperatura media de 24°C y lluvias promedias de 1000 mm, se utiliza para la mayoría de las actividades de mejoramiento del programa. También es importante en aquellos casos donde se requiere control de un experimento o donde se hacen muestras repetidas a intervalos relativamente cortos. También es un centro importante para investigaciones de patología, especialmente para mosaico común, roya y mancha bacteriana.

La granja "Las Guacas" de la Secretaría de Agricultura de Popayán, localizada a 130 km al sur de Cali también es ampliamente utilizada. Los estudios enfatizados aquí son referentes a requerimientos de fósforo, fijación de nitrógeno, antracnosis, pudrición de raíz. La localización a 1700 m s n m es 6°C más fría que CIAT y tiene una precipitación promedio de 1600 mm. Debido a eso es ampliamente utilizada para determinar la respuesta de adaptación de materiales originalmente ensayados en CIAT.

La EEA de ICA en Obonuco, cerca a Pasto, será utilizada para trabajos del programa de frijol a comenzarse en octubre de 1977. De nuevo esta es una elevación alta (2600 m) y el trabajo se concentrará en problemas patológicos, antracnosis y asociación de maíz-frijol.

Lugares adicionales para la investigación del programa de frijol son Loboguerrero (localidad seca utilizada para producción de semilla limpia); Restrepo (localidad en medio de las montañas apropiada para estudios de adopción de tecnología con pequeños agricultores); Montería (localidad cálida y húmeda para estudios de mustia hilachosa y adaptación a temperaturas) y Boliche (Ecuador (localidad de tierra baja utilizando niveles solares para la evaluación de germoplasma y estudios de adaptación) Otras localidades no colombianas serán discutidas en la sección sobre colaboración

#### Actividades de Investigación del Programa de Frijol

En presentaciones sucesivas Uds oirán de los científicos individuales sobre sus programas de investigación y actividades en CIAT No quiero duplicar su información, pero sí mostrar como todas las actividades obran conjuntamente en pos de una meta común

Talvez es una mala interpretación el llamar al programa de frijol solo una facilidad de germoplasma, pero esto es básicamente lo que somos Nos diferenciamos de la mayoría de las facilidades de germoplasma por dos áreas principales Primero, y por virtud de las diversas disciplinas representadas en el programa, es posible seleccionar nuestro germoplasma exhaustivamente e identificar dentro de él fuentes de todos los genes que muy probablemente tengan importancia en el mejoramiento de rendimientos de frijol y estabilidad de rendimiento Segundo, podemos, a través de nuestro programa de mejoramiento, entregar germoplasma a un grupo nacional a una etapa proporcional con su habilidad para manejarlo Por lo tanto, el germoplasma puede ser pasado como una fuente de resistencia a enfermedades a un programa nacio

nal con una capacidad mayor de mejoramiento, como un material híbrido cruzada su fuente de resistencia a variedades importantes nacionales, o donde el programa nacional es muy limitado, como un material F<sub>4</sub> o F<sub>5</sub> ya seleccionado y evaluado, pero necesitando validación a nivel nacional. Nuestras otras funciones investigativas, como serán evidentes en secciones sucesivas, son a) proporcionar un mejor entendimiento de la planta de frijol, b) desarrollar prácticas culturales mejoradas para la producción de frijol y c) actuar como un intermediario entre programas nacionales o entre tales programas y laboratorios específicos de investigación en otras áreas

## 1 Colección y evaluación de germoplasma

La colección de CIAT de especies de Phaseolus está reconocida por el IBPGR del TAC como la mayor posesión de germoplasma de frijol del mundo. Mientras que los números constantemente están cambiando, el banco actualmente posee más de 14 000 cultivares derivados de todas las áreas de crecimiento de frijol del mundo. Materiales primitivos de América Central así como otras especies de Phaseolus también están incluidas. Todos los materiales son conservados en potes plásticos sellados a temperaturas bajas con chequeos frecuentes para asegurar viabilidad. Actualmente tienen que ser sembrados a intervalos de 4-6 años para asegurar el mantenimiento de la línea.

Cada adquisición, a su recibo, es evaluada para más de 50 atributos, tal como se muestra en la Tabla 3. Estos cubren un rango de atributos morfológicos y fisiológicos (hábito de crecimiento, color de semilla, reacción al fotoperiodo, tiempo a madurez, etc.) así como resistencia o tolerancia a un amplio rango de patógenos y pestes de insectos. Una lista de algunas de las fuentes de resistencia identificadas hasta el momento se muestra

en la Tabla 4 Los datos de cada una de las entradas del germoplasma son conservados en una cinta del computador con la facilidad de seleccionar el banco de germoplasma para cualquier combinación de caracteres deseados Más de 800 adquisiciones, consideradas particularmente promisorias, han sido evaluadas completamente y se ha publicado un catálogo para guía de los mejoradores

Más de 11 000 adquisiciones han sido entregadas a programas nacionales en otros países desde 1973

## 2 Mejoramiento

Las actividades de mejoramiento del programa han avanzado progresivamente desde 1973 Al comienzo, y mientras fueron identificadas fuentes de resistencia y rendimiento, se llevaron a cabo muy pocos cruces A pesar que la tasa de cruzamientos aumentó marcadamente en 1975, muchos de los padres utilizados no fueron satisfactorios y a menudo se eliminaron los híbridos aún antes de ensayarlos Sin embargo, este período sirvió para darnos énfasis en los potenciales y dificultades de nuestro programa de mejoramiento y nos permitió desarrollar estrategias y metodologías que probablemente maximicen nuestro impacto en mejoramiento de frijol Por lo tanto, a 1976 no solo teníamos la capacidad de llevar a cabo más de 20 000 hibridaciones, con 150+ padres diferentes y aproximadamente 2000 combinaciones parentales diferentes, sino que habíamos desarrollado metodologías donde 4-5000 familias  $F_4$ , ya resistentes a enfermedades específicas, podían ser entregadas a programas nacionales cada año

Las actividades de mejoramiento en CIAT tienen tres ventajas principales

Tabla 4 Relación de promisorios utilizados como fuentes de resistencia a

MOSAICO COMUN	P714, P393, P323
ROYA	P568, P693, P699, P710, P717A, P569
EMPOASCA	P6, P231, P346, P478, P560, P680, P681, P682, P720, P722, P723, P281, P524, P420, G05141
BACTERIOSIS	P698, P684, P694, P567, P498, P662, P464, P252
ANTRACNOSIS	P685
MUSTIA HILACHOSA	P401, P393, P5, P715, P716, P725, P726, P566, P709, P691, P461
MANCHA ANGULAR	P713, P768
PUDRICIONES DE RAIZ	P646, P767, P766
MOSAICO DORADO	P5, P458, P474, P544, P566, P675, P709, P747, P761, P762, P763, P764, P769, P770

- a) El potencial de cruzamiento es enorme. Podemos completar en un día lo que científicos individuales podrían hacer en un año
- b) Tenemos la experiencia disciplinaria de coordinar los ensayos de generaciones tempranas por resistencia a enfermedades e insectos
- c) Teniendo disponible potencial humano podemos llevar a cabo gigantescas operaciones de selección en el campo. Por ejemplo, en este momento hay más de 130 000 plantas  $F_2$  en experimentación, cada una habiendo sido inoculada manualmente con por lo menos un organismo afectado

Cuales son los problemas en mejoramiento de frijol?

- a) La mayor dificultad reside en la preferencia regional para frijoles de diferentes colores. Donde por ejemplo IRRI podía producir arroz IR 8 y obtener una amplia aceptación en Asia, nosotros debemos ayudar a producir frijol negro para Venezuela, uno rojo para Honduras, etc
- b) La variedad de sistemas culturales y regímenes de madurez bajo los cuales se siembra el frijol. Debemos proveernos por ejemplo de un frijol arbustivo de 75 días en Guatemala y uno trepador de 280 días en Pasto, Colombia
- c) La gran cantidad de enfermedades que atacan el frijol. Debemos establecer prioridades y eliminarlas progresivamente incorporando resistencia a nuestros materiales
- d) La unión entre semillas negras y alto rendimiento

Hemos decidido concentrarnos en un plazo corto en factores de resistencia a enfermedades, considerando el rendimiento solo al punto que todos los materiales producidos en CIAT deben rendir tan bien como los mejores cultivares negros, o sea aprox 3 ton/ha. Planeáramos utilizar en nuestro programa de mejoramiento de enfermedades fuentes de resistencia de diferentes colores de semilla y concentrar nuestra selección de generaciones tempranas

para caracteres altamente hereditarios tales como resistencia a mosaico y roya, tolerancia a antracnosis y Empoasca. Las familias F<sub>4</sub> de diferentes colores de semilla podrían estar disponibles luego para selección y evaluación de rendimiento por científicos de programas nacionales. Este esquema es presentado gráficamente en la Figura 1. Observese que CIAT no planearía producir variedades de frijol finalizadas, a pesar que así lo haríamos si la oportunidad se presentara.

En el mejoramiento a plazo largo asumiríamos un significado mucho más grande. De nuevo, tendríamos que considerar semillas de diferentes colores, pero tendríamos que preocuparnos además de las diferencias en condiciones de crecimiento. Por lo tanto, necesitaríamos trabajar con tipos de plantas no solamente adaptadas a la agricultura comercial mecanizada sino también con determinadas plantas útiles para cortas temporadas y con frijoles asociados con maíz.

### 3 Estudios Agronómicos

Los estudios agronómicos se han concentrado en la evaluación de rendimiento de líneas de frijol arbustivas y trepadores y en asociación de maíz y frijol.

La evaluación de rendimiento de frijol arbustivo comenzó en 1974 con ensayos en CIAT, Montería, Popayán y Boliche. Se han llevado a cabo tres tipos de ensayos de rendimiento:

a Ensayos de rendimiento preliminares seleccionar gran cantidad de material en una sola localidad. Las parcelas son pequeñas y la replicación mínima, siendo el objetivo obtener alguna idea del potencial de rendimiento. De 780 líneas promisorias identificadas, se seleccionaron para rendimiento 126 en 1975 y 146 en 1976.

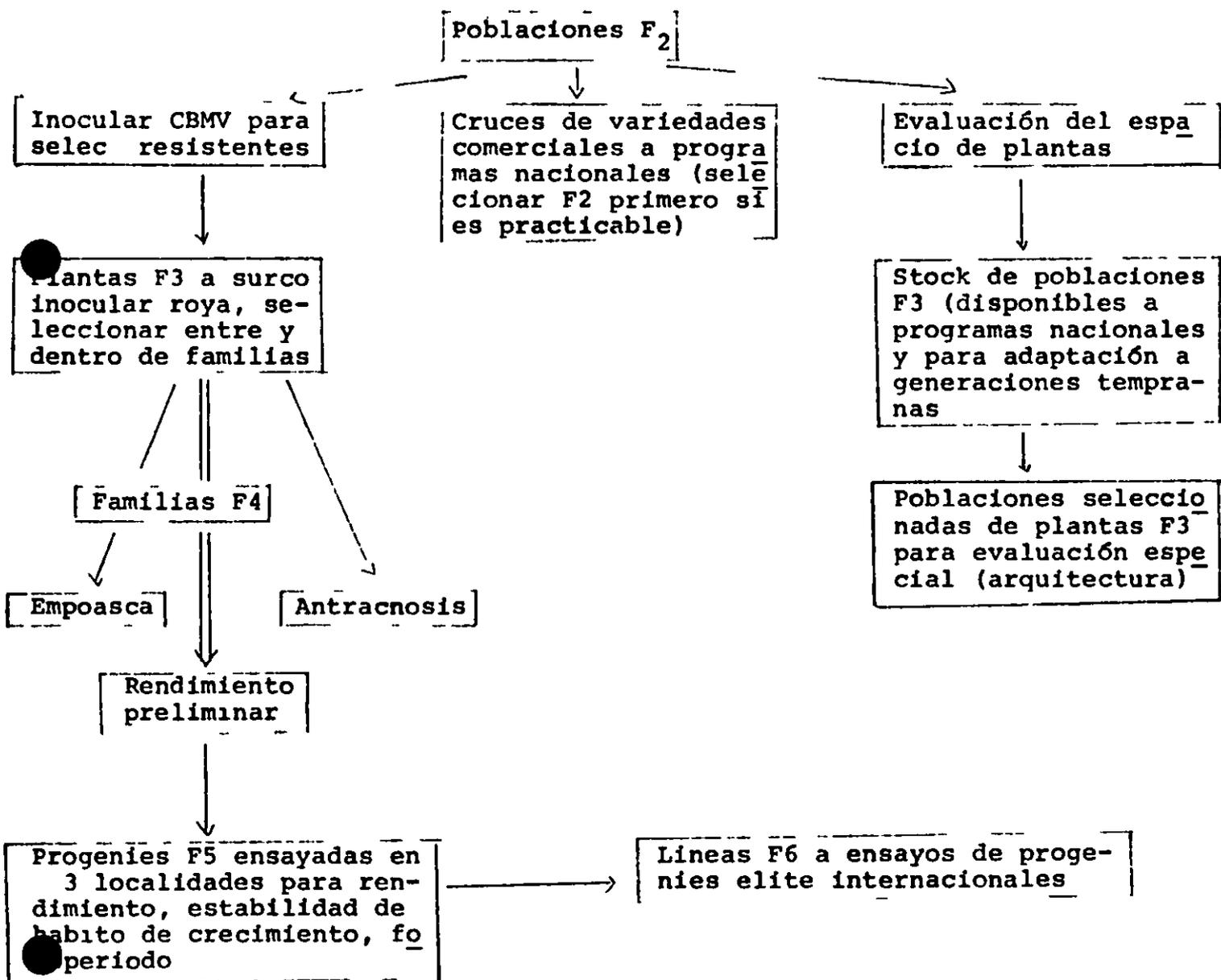


Figura 1 Selección masal progresiva utilizada por CIAT en el programa de mejoramiento

- b Ensayos de variedades uniformes Seleccionar las mismas 40 variedades en diferentes localidades, tratando de identificar líneas con amplia adaptación Cuatro de estos ensayos fueron sembrados en 1975 y 7 en 1976
- c Ensayos internacionales de rendimiento Destinados como una actividad colaborativa en la cual se evalúan materiales promisorios de CIAT y otros programas nacionales en varias localidades Normalmente se evalúan 25 variedades, 20 de ellas en todas las localidades siendo 5 variedades testigos locales En 1976 se recibieron 128 solicitudes para este ensayo y ya se han despachado 76 envíos de este ensayo

Se iniciará en 1977 un cuarto tipo de ensayo para materiales elite del programa de mejoramiento

Solo en 1976 se inició una evaluación extensiva de rendimiento de frijol trepador, pero muchos materiales promisorios ya han sido identificados. La experimentación con densidades de planta de maíz y frijol y con diseño de siembra ha permitido rendimientos en CIAT de 2 1 toneladas de frijol seco y 4 93 toneladas de maíz en el mismo campo y tiempo

#### 4 Protección de plantas

Mientras que el énfasis de CIAT se hace en el uso de resistencia para aumentar los rendimientos de plantas, se ha hecho una investigación considerable de medios culturales y químicos para obtener un control de enfermedades y pestes

La producción de semilla libre de enfermedades ha tenido una alta prioridad, siendo limpiados por ejemplo 442 materiales en 1976, 875 materiales multiplicados en el campo y producidas más de 4 toneladas de semilla limpia La evaluación de la inci-

dencia de enfermedades transmisibles por la semilla fue un aspecto de la encuesta económica llevada a cabo en el Huila y Nariño en 1975. La semilla de los agricultores en estas áreas estaba contaminada casi en un 100% y tenía una germinación tan baja como el 18%. En contraste, en un área de Guatemala se introdujo semilla limpia en 1974 y los rendimientos se triplicaron.

Los estudios entomológicos tienen énfasis en el control cultural de Empoasca definiendo niveles de infección necesarios para causar pérdidas en rendimiento, evaluando prácticas culturales que probablemente limiten el desarrollo de pestes y combinando estas con un mínimo de control químico.

## 5 Microbiología y Ciencia del Suelo

Enfatizando de nuevo un bajo costo en la producción de frijol, estudios microbiológicos han examinado contribuciones de razas y varietales para fijación de nitrógeno simbiótica. Las diferencias varietales en la fijación han tenido gran significado con algunos cultivares teniendo 40 kg N/ha/ciclo de crecimiento. Esto ha sido correlacionado con el hábito de crecimiento de la planta y con el patrón de almacenamiento de carbohidratos en la planta. Se están llevando a cabo estudios para determinar si es posible un mejoramiento de fijación mejorada de nitrógeno.

El estudio de requerimientos de fósforo similarmente tienen que ver con la reducción del insumo de fertilizante requerido para este cultivo.

## 6 Economía

Para asegurar que las prioridades del programa establecidas en 1974-75 estaban cerca a las necesidades de la producción de frijol en América Latina, el grupo de economía ha estado llevando a cabo extensas encuestas de las cuatro áreas de crecimiento de frijol en Colombia. Estas prioridades del programa confirmadas a largo alcance, a pesar de creer que ciertas enfermedades eran relativamente insignificantes, fueron de mayor importancia en las áreas encuestadas. Como otro chequeo de mejoramientos técnicos generados por el programa, se llevarán a cabo en 1977 una serie de ensayos tecnológicos, los cuales serán evaluados por Economía.

## 7 Fisiología

Estudios detallados del crecimiento de los principales grupos de hábito de crecimiento, llevados a cabo por fisiología, han servido como base para identificar y eliminar factores limitantes del rendimiento, tanto en relación a enfermedades y a factores fisiológicos. Con la identificación de aborción de flores y vainas como una restricción en el rendimiento, se ha dado especial énfasis a tratamientos que modifiquen el balance de fuente y distribución. Varios de estos, incluyendo fertilización de  $\text{CO}_2$  y extensión fotoperiódica del período de crecimiento, han resultado en un rendimiento marcadamente aumentado en variedades existentes y han señalado soluciones a límites actuales de rendimiento.

## Investigación en Frijol en América Latina

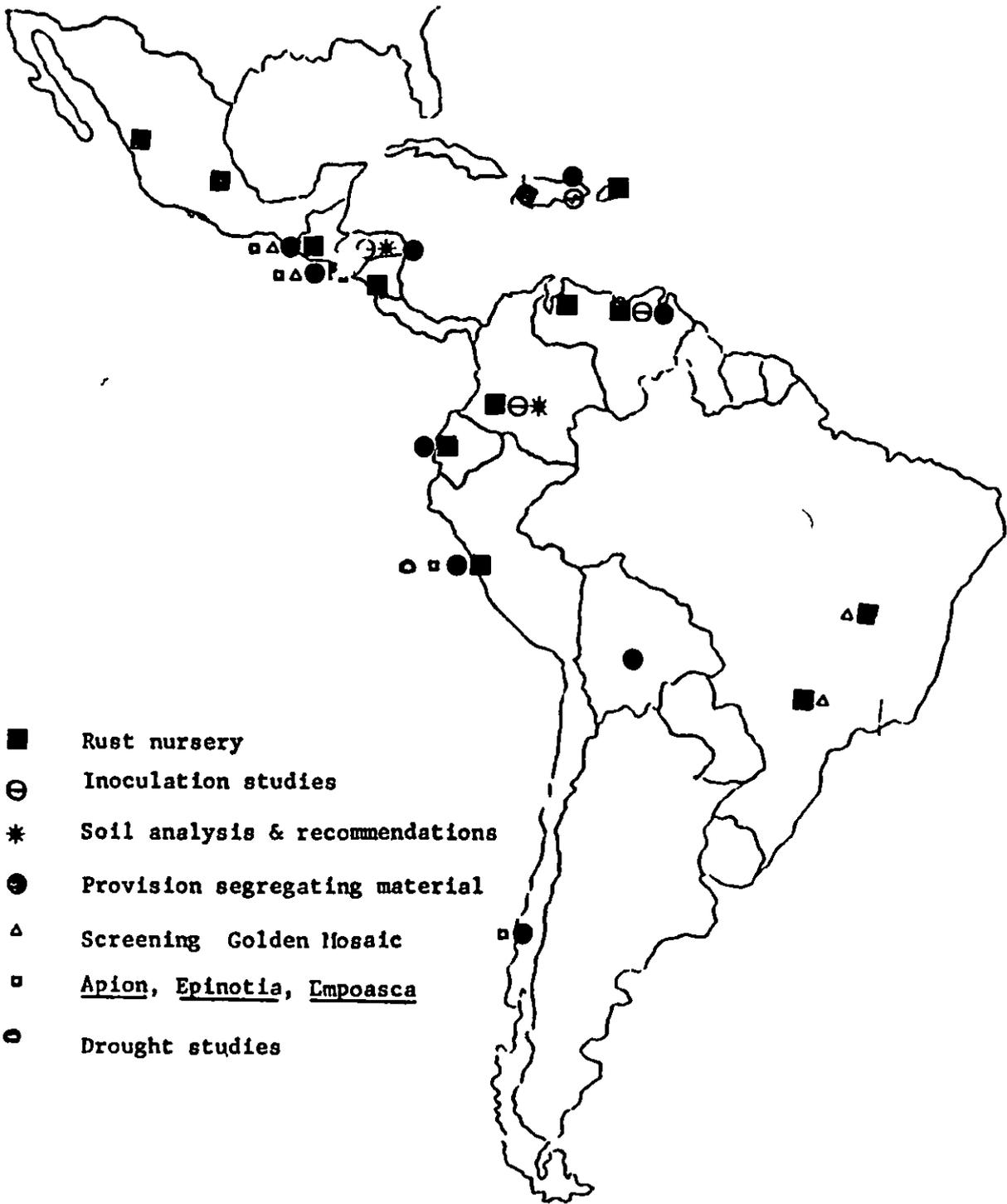
En 1976 se solicitó al Programa de Frijol coordinar una cadena de investigación en frijol en América Latina. Pensando que cada programa nacional presentaba una situación única a ser tratada diferentemente de acuerdo a grado de desarrollo, necesidades locales, prioridades y un interés en colaborar con CIAT, los científicos del programa acordaron dividir la tarea de mantener contacto con sus contrapartes nacionales, aceptando cada científico una responsabilidad de colaboración con dos o tres países, tal como se muestra en la Figura 2.

El personal del CIAT visitó los programas nacionales e invitó a CIAT a líderes en la investigación del frijol de programas nacionales. Se aumentaron los servicios de adiestramiento y documentación proporcionando a 38 científicos graduados un adiestramiento orientado, y enviando tarjetas de documentación a 417 científicos en 43 países.

Más concretamente, CIAT pudo acelerar la asistencia técnica y el germoplasma a aquellos programas interesados. Se han suministrado detalles de envíos de germoplasma y ensayos internacionales de variedades. Otras actividades importantes se observan en la Figura 3. Se considera de particular importancia la decisión de apoyar los requerimientos de mejoramiento de programas nacionales. Más de 20 de los 155 padres en el bloque de cruzamientos fueron incluidos a pedido de programas nacionales y se han devuelto materiales segregantes a varios países.



COUNTRY RESPONSIBILITIES BEAN TEAM, 1976



- Rust nursery
- ⊖ Inoculation studies
- \* Soil analysis & recommendations
- ⊕ Provision segregating material
- △ Screening Golden Mosaic
- ◻ Apion, Epinotia, Empoasca
- ⊙ Drought studies

LOCATION AND TYPE OF COLLABORATIVE ACTIVITIES UNDERTAKEN BY THE BEAN PROGRAM IN 1976