

**INFORME  
ANUAL**  
**INFORME  
ANUAL**  
**INFORME  
ANUAL**  
**INFORME  
ANUAL**  
**INFORME  
ANUAL**  
**INFORME  
ANUAL**  
**INFORME  
ANUAL**

**1979**



**FRIJOL**



CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL

El CIAT es una institución sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo agrícola y económico de las zonas bajas tropicales. Su sede principal ocupa un terreno de 522 hectáreas, propiedad del Gobierno de Colombia, el cual en su calidad de país anfitrión, brinda apoyo a las actividades del CIAT. La subsede de Quilichao, situada cerca de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca, tiene una extensión de 184 hectáreas y es propiedad de FES (Fundación para la Educación Superior), la cual arrienda el terreno al CIAT. El Centro trabaja en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en varias de sus estaciones experimentales y también con agencias agrícolas a nivel nacional en otros países de América Latina. Varios miembros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional financian los programas del CIAT. Los donantes en 1979 son: la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID), la Fundación Rockefeller, la Fundación Ford, la Fundación W.K. Kellogg, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) por intermedio de la Asociación Internacional del Desarrollo (IDA), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Comunidad Económica Europea (EEC) y los gobiernos de Australia, Bélgica, la República Federal Alemana, Holanda, el Japón, Noruega, Suiza y el Reino Unido. Además, algunas de estas entidades, el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo del Canadá (IDRC), y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), financian proyectos especiales. La información y conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente la posición de ninguna de las instituciones, fundaciones o gobiernos mencionados.

14.304

ISSN 0120-2235  
Serie CIAT No. 02SBI-79  
Septiembre, 1980



**Informe Anual del Programa de Frijol  
1979**



Centro Internacional de Agricultura Tropical  
Apartado 6713, Cali, Colombia

*Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT*  
*Apartado 6713*  
*Cali, Colombia*

*ISSN 0120-2235*  
*Serie CIAT No. 02SBI-79*  
*Septiembre 1980*

*Cita correcta:*

*Centro Internacional de Agricultura Tropical. Informe Anual del Programa de Frijol 1979.*  
*Cali, Colombia. 1980. 115 p.*

**Phaseolus vulgaris**| *Investigación*| *Fitomejoramiento*| *Enfermedades y patógenos*| *Virosis*| *Micosis*| *Bacteriosis*| *Plagas*| *Control de plagas*| *Requerimientos climáticos*| *Nutrición humana*| *Hábito de la planta*| *Fijación de Nitrógeno*| *Requerimientos nutricionales*| *Sistemas de cultivo*| *Plagas de granos almacenados*| *Tecnología*| *Evaluación de tecnología*| *Germoplasma*| *Resistencia de la planta hospedante*| *Valor nutritivo*| *Cultivares*| *Frijol arbustivo*| *Frijol trepador*| *Cultivos asociados*| *Biología del insecto*| *Control biológico*| *Control cultural*| **Uromyces phaseoli**/**Colletotrichum lindemuthianum**/**Isariopsis griseola**/**Xanthomonas phaseoli**/**Pseudomonas phaseolicola**/**Empoasca kraemeri**/**Tretranychus desertorum**/**Acanthoscelides obtectus**/**Zabrotes subfasciatus**/*Transferencia de tecnología*|

*Tiraje: 2000 ejemplares.*

*Este informe hace parte de la serie de informes anuales 1979 publicados en español e inglés sobre los Programas de Arroz, Frijol, Pastos Tropicales y Yuca del CIAT.*

# Contenido

|   | Pag. |
|---|------|
| <b>El Programa</b>  | 5    |
| <b>Aspectos Destacados</b>  | 7    |
| <b>Estudio Agroclimatológico</b>                                  | 9    |
| <b>Evaluación del Germoplasma por Variabilidad Deseada</b>        | 15   |
| Resistencia a enfermedades virales                                | 15   |
| Resistencia/tolerancia a enfermedades fungosas y bacteriales      | 17   |
| Resistencia/tolerancia a insectos plaga                           | 23   |
| Tolerancia a suelos moderadamente ácidos                          | 25   |
| Evaluación por tolerancia a sequía                                | 28   |
| Variabilidad de la hibridación interespecífica                    | 31   |
| Respuesta al fotoperíodo  | 36   |
| Capacidad de fijación de nitrógeno                                | 36   |
| Factores nutricionales y de calidad                               | 36   |
| <b>Hibridación y Evaluación de Progenie</b>                       | 43   |
| Mejoramiento del frijol arbustivo                                 | 43   |
| Mejoramiento del frijol trepador                                  | 47   |
| Evaluación uniforme de selecciones de frijol arbustivo y trepador | 54   |
| <b>Evaluación y Mejoramiento de Prácticas Agronómicas</b>         | 71   |
| Fijación de nitrógeno   | 71   |
| Biología y control de insectos plaga                              | 78   |
| Asociación caña de azúcar-frijol                                  | 82   |
| <b>Validación de la Tecnología mediante Ensayos en Fincas</b>     | 87   |
| <b>Estudios Específicos</b>                                       | 97   |
| Adaptación a la temperatura                                       | 97   |
| Estabilidad del hábito de crecimiento                             | 99   |
| Vigor de la plántula  | 102  |
| <b>Actividades Regionales</b>                                     | 103  |
| <b>Adiestramiento y Actividades de Comunicación</b>               | 107  |
| <b>Planes para el Futuro</b>                                      | 109  |
| <b>Apéndice A</b>   | 111  |
| <b>Apéndice B</b>   | 112  |
| <b>Bibliografía</b>   | 114  |
| <b>Personal</b>   | 115  |

## El Programa

El Programa de Frijol mantuvo todas sus estrategias — descritas en el Informe Anual 1977— con sólo unas pocas modificaciones durante 1979. Los principales esfuerzos se dirigieron al mejoramiento del germoplasma en su resistencia a enfermedades e insectos, especialmente al virus del mosaico común del frijol (BCMV), roya, añublo bacterial común, mancha angular, antracnosis y saltahojas, y a la vez se mejoró la arquitectura de la planta.

Se incrementó el interés en obtener tolerancia a otros factores limitantes de la producción, tales como la sequía, baja disponibilidad de fósforo en el suelo, y fijación biológica de nitrógeno. Se puso de nuevo énfasis en la selección de germoplasma por color y tamaño de la semilla tanto para satisfacer las preferencias de los consumidores en América Latina, como los requerimientos agronómicos de los sistemas de siembra usuales en la región. La

tecnología resultante deberá ser aplicable a cualquier escala, rendidora económicamente y de pocos riesgos.

La nueva tecnología se valida a nivel de finca para medir sus rendimientos y riesgos, y su aceptabilidad por parte de los agricultores. Esta información se emplea tanto para hacer recomendaciones a los productores, como para constatación por parte de los investigadores.

Como la investigación realizada por el Programa está destinada a suministrar tecnología útil para evaluación y adaptación por parte de los programas nacionales, la colaboración activa de éstos es esencial en todas las fases de su desarrollo. Tal colaboración se logra mediante personal destacado en los países, visitas de los científicos del CIAT, y adiestramiento intensivo por parte del Programa de Frijol.

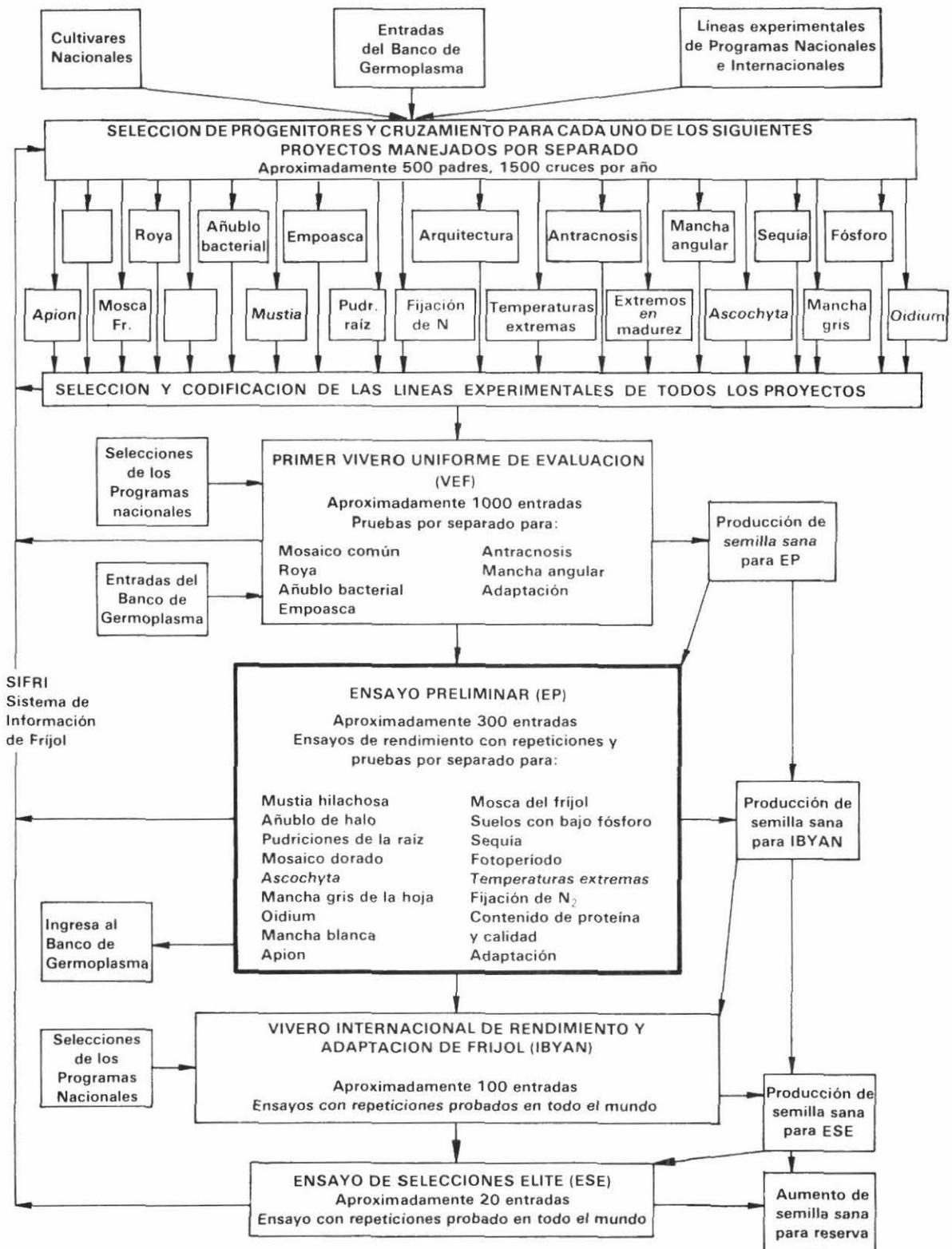


Figura 1. Desarrollo de germoplasma y esquema de evaluación del Programa de Frijol del CIAT.

## Aspectos Destacados

El mejoramiento del germoplasma continuó siendo la actividad principal del Programa a través de la evaluación de nuevas accesiones del banco de germoplasma y utilización de las líneas mejoradas como padres en los programas de cruzamiento. Todas las líneas mejoradas se consideran ahora como resistentes al BCMV, además de que las líneas con resistencia a enfermedades múltiples e insectos han entrado en los ensayos internacionales de rendimiento. Durante 1979 los materiales del Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol (IBYAN) se consideraron deficientes en cuanto a su aceptabilidad por parte del consumidor, pero de alto valor agronómico. Se espera que las nuevas líneas mejoradas, que combinan las características de aceptabilidad por parte del consumidor y alta calidad agronómica, entren a formar parte de las pruebas internacionales durante 1980-81.

Se mejoraron los métodos de evaluación por tolerancia al bajo contenido de fósforo y alta saturación de aluminio en los suelos, y se inició el mejoramiento genético; los materiales brasileños fueron los mejores en estos ensayos.

La metodología del Vivero del Equipo de Frijol (VEF) y el Ensayo Preliminar de Rendimiento (EP) se mejoró durante el año (Figura 1), y es así como los materiales se siembran simultáneamente en varios viveros para evaluarlos por resistencia a enfermedades e insectos y factores de adaptación incluyendo el rendimiento. Algunas líneas, especialmente las diferentes a las de semilla negra, superaron en 1 ton/ha aproximadamente a los mejores controles.

Se consiguieron resultados exitosos en el mejoramiento por fijación biológica de  $N_2$  en condiciones de temperatura alta. En CIAT-Quilichao (24°C temp. promedio) se obtuvieron altas tasas de fijación, y por tanto se inició el mejoramiento genético para mayor fijación de  $N_2$ .

En los sistemas de cultivos múltiples las interacciones de maíz-frijol se estudiaron intensivamente con los frijoles trepadores, y se identificaron las características varietales tanto del maíz como del frijol para los diferentes sistemas de cultivo. Para los mismos se deben seleccionar y evaluar

poblaciones que se encuentren segregando. En la incidencia de enfermedades e insectos se confirmaron diferencias significativas entre las asociaciones maíz-frijol y los monocultivos.

Los ensayos en fincas de la nueva tecnología para frijol arbustivo confirmó que las altas densidades poblacionales, junto con mejores métodos de control de enfermedades (tratamientos apropiados con fungicidas), aumentan significativamente el rendimiento (en más del 30%).

Se desarrolló una metodología para determinar la calidad del frijol en cuanto a su variabilidad en el período de cocción y contenido de proteína en la semilla.

De nuevo se dio gran énfasis al adiestramiento de profesionales de los programas nacionales de frijol en América Latina. Como en años anteriores se ofrecieron dos cursos con activa participación de todo el grupo de frijol. Algunos participantes realizaron trabajos adicionales de investigación en determinadas disciplinas.

Con el fin de iniciar un programa cooperativo en Africa oriental se hizo el primer contacto con entidades productoras de frijol, y se programó una conferencia regional sobre el potencial del frijol en Africa oriental para marzo de 1980. Algunos coordinadores de programas de frijol de países africanos han visitado el CIAT para entrar en contacto con el respectivo Programa.

Se espera que en el curso de los próximos cinco años se aprecie un notable impacto del Programa de Frijol del CIAT en la producción de América Latina. Veintiún materiales del IBYAN se encuentran en ensayos en fincas, se están multiplicando, o ya han pasado esa etapa y se encuentran en consideración como posibles variedades en distintos países. En Cuba ICA-Pijao está en multiplicación (2000 ha aproximadamente). INIAP-Bayito (Brazil 2) es una nueva variedad en Ecuador. Las líneas Acacia 4 y Acacia 6 están avanzado en Honduras. Tres variedades tolerantes al BGMV se distribuyeron este año en Guatemala: ICTA-Quetzal, ICTA-Jutiapan e ICTA-Tamazulapa.

# Estudio Agroclimatológico

El propósito de este estudio es suministrar al equipo de frijol un sistema integrado de manejo y análisis de la información climática, edáfica y sistemas de siembra en el área objetivo. El proyecto comprende las siguientes fases: desarrollo de un sistema de manejo de información, su obtención, verificación y almacenamiento, análisis, mantenimiento y actualización de la información.

## Sistemas de manejo de información

Fase prácticamente completa. El sistema básico de información climática (SAMMDATA, Información Meteorológica Mensual de Sur América, Informe Anual del CIAT, 1978) se encuentra en plena operación.

## Colección de información, verificación y almacenamiento

La información de aproximadamente 2700 estaciones meteorológicas ha sido procesada y está almacenada en los archivos de acceso de SAMMDATA. Se está procesando mayor información de la totalidad del área objetivo. Mediante un modelo de regresión se predicen los rangos de temperatura diaria, y se está usando para estimar las temperaturas máxima y mínima en aquellas estaciones donde se dispone de estos valores. La información adicional no disponible será estimada de manera similar con el mejor modelo de que se disponga.

Se adelanta la definición de microrregión y el almacenamiento de la información, proceso que ya tiene lugar con respecto a 27 microrregiones en México. En Guatemala se hizo un muestreo para definir las regiones y reunir la información agronómica y regional. Con base en la información sobre producción local se definieron siete microrregiones. Para el respectivo archivo se está resumiendo la información agronómica.

## Análisis de información

Aunque no se tiene una completa descripción de las microrregiones para toda el área objetivo, se obtuvieron resultados de un archivo preliminar de asignaciones de producción. Se calculó la extensión aproximada de todas las áreas de producción, y se escogieron grupos de estaciones meteorológicas representativas para cada área. La cantidad de producción designada para cada una se dividió entonces entre los sitios representativos de la

estación y las épocas. Se calcularon entonces las temperaturas máxima y mínima para estas estaciones, así como la evapotranspiración potencial por medio de la ecuación modificada Penman. Mediante la utilización de la fecha de siembra, duración de la estación, y una simple relación proporcional que permita determinar la fecha de floración, se calcularon varios valores promedio de variables climáticas para los periodos vegetativos, de floración y reproductivos.

## Distribución de la temperatura durante la estación de crecimiento

Se volvió a calcular la distribución de la temperatura durante la estación de crecimiento del cultivo (Informe Anual del CIAT, 1978). Los primeros estimativos se basaron en las temperaturas promedio regionales, con frecuencia tomados de manuales climatológicos; no obstante, el método más preciso con la información real de la estación presenta una distribución semejante (Figura 2). Los resultados de este año presentan rangos un poco más amplios debido a diferencias de altura entre estaciones dentro de las regiones. Por tanto el método de temperatura media regional probablemente subestima la distribución, mientras que el método del sitio de la estación probablemente la sobreestima.

## Precisión de los resultados

En estudios como éste no es fácil localizar los límites estadísticos en cuanto a precisión y certeza de los resultados. Es preocupante en particular la arbitrariedad en la asignación de datos de producción a los periodos de crecimiento en los diversos sitios comprendidos por cada microrregión. Para investigar la sensibilidad de los resultados a la reasignación al azar de cantidades de producción, se hicieron ensayos dividiendo o doblando alternativamente los valores asignados de producción en cada estación adyacente. Los resultados indicaron que las estaciones eran tan similares dentro de cada región que grandes errores en los valores asignados no afectaron significativamente los resultados.

## Temperaturas de estrés durante la floración

La Figura 2 indica que la mayor parte de la producción de frijol ocurre bajo un régimen relativamente restringido de temperatura. Sin embargo, esto no excluye la

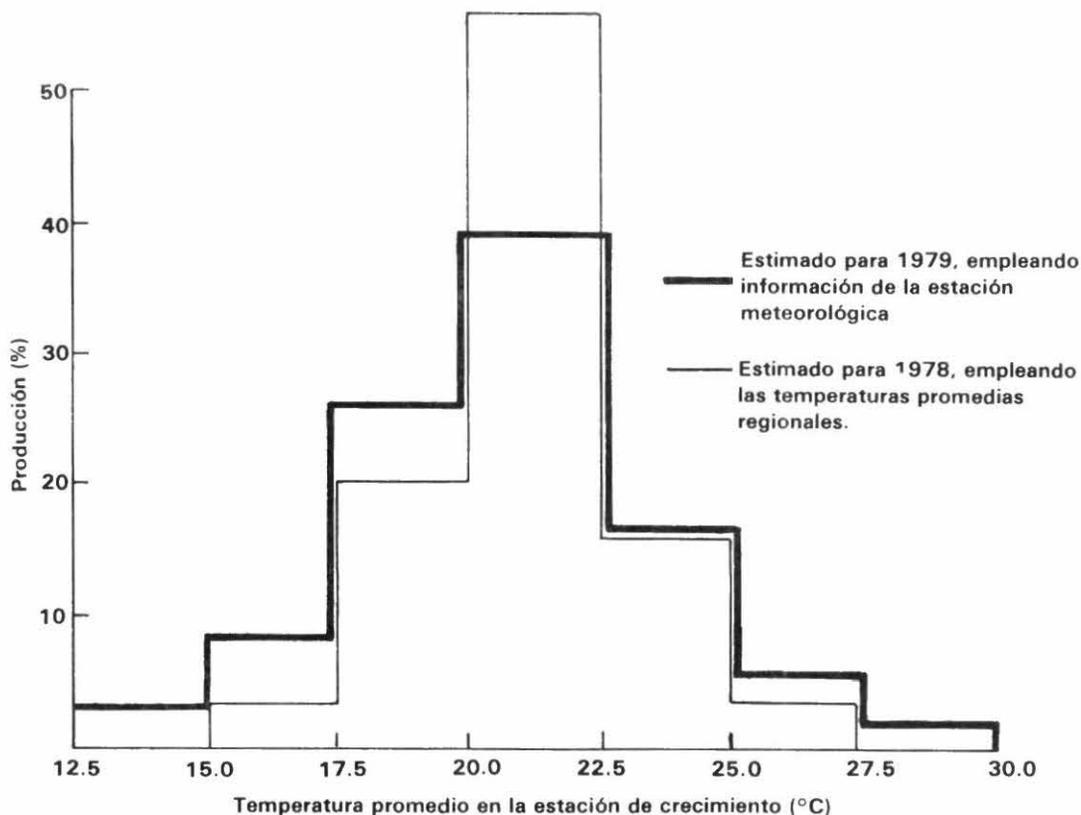


Figura 2. Proporción de producción total de frijol en el área objetivo según la temperatura promedio de la estación de crecimiento.

posibilidad de que se tengan períodos de temperatura estresante o temperaturas diurnas anormalmente altas o bajas durante la noche. Debido a que la fase sensible en el crecimiento del frijol es la floración, se investigaron los límites de temperatura experimentados por el frijol durante la misma (Figura 3). La distribución de la temperatura media durante la floración resultó muy similar a la de la temperatura media de la estación en la Figura 2. La temperatura media mínima presentó una distribución mucho más estrecha, indicando que la temperatura nocturna durante el período de floración puede ser una restricción más severa que la temperatura diurna.

Aunque la distribución de la temperatura máxima presentó una mayor amplitud, la proporción de producción de frijol bajo las temperaturas diurnas estresantes se estimó pequeña. Parece que los sitios experimentales del CIAT en Palmira y Popayán son representativos de la generalidad de las condiciones de temperatura bajo las cuales el frijol se cultiva en la actualidad. La evaluación por tolerancia a temperaturas superiores o inferiores se

justifica para ampliar la producción de frijol a áreas donde no se dan las condiciones restringidas bajo las cuales se cultiva en la actualidad.

### Sistemas de fotoperíodo según las temperaturas en el área objetivo

La fenología de *Phaseolus vulgaris* es controlada por la temperatura y a menudo por el fotoperíodo. Los dos principales sitios de selección del CIAT, con longitudes diurnas ligeramente superiores a las 12 horas, se encuentran bastante apartados de los límites de longitud diurna de la mayoría de las regiones productoras del área objetivo. Por esta razón se evalúa la insensibilidad de los materiales al fotoperíodo. Los rangos de temperatura estacional parece que se incrementan con el aumento de la longitud diurna (Figura 4), lo cual sugiere que la respuesta al fotoperíodo debería calcularse en más de una temperatura para asegurar que no se presentará interacción en el germoplasma mejorado del CIAT, complicando su transferencia a los sistemas de mayor longitud diurna.

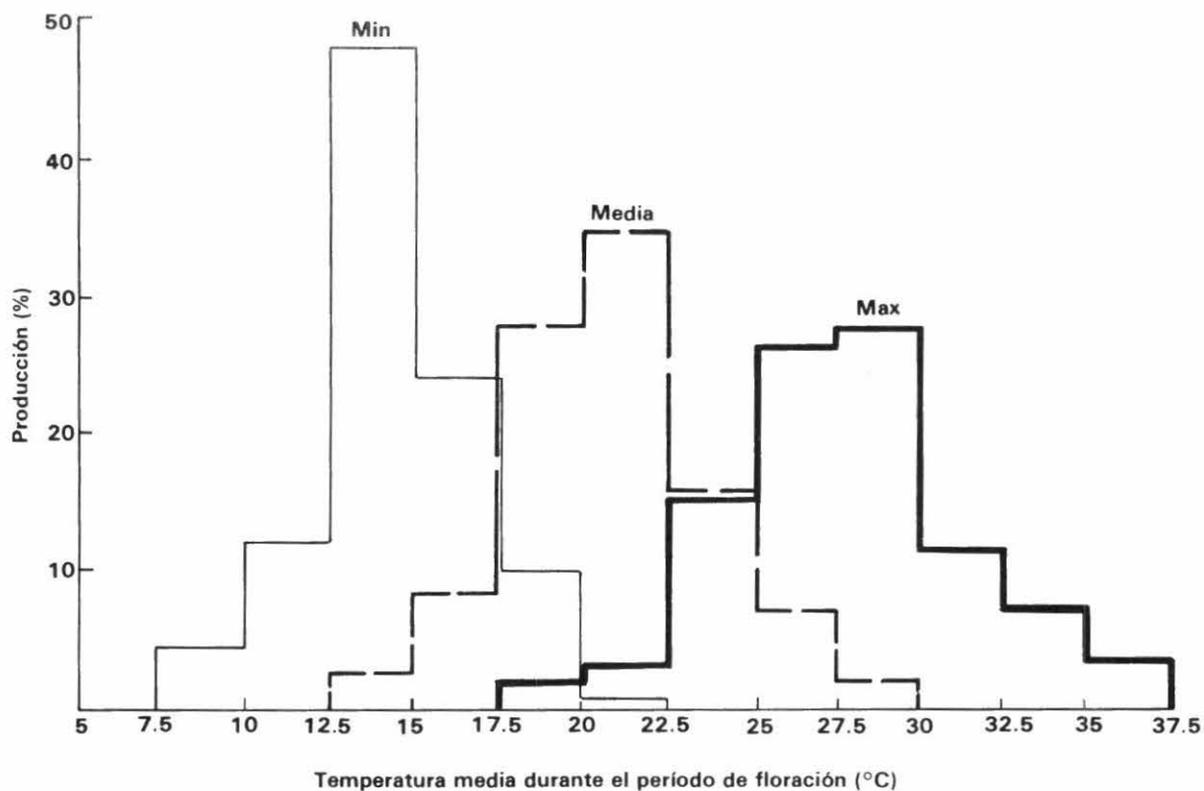


Figura 3. Proporción de la producción total de frijol en el área objetivo según la temperatura media durante el período de floración.

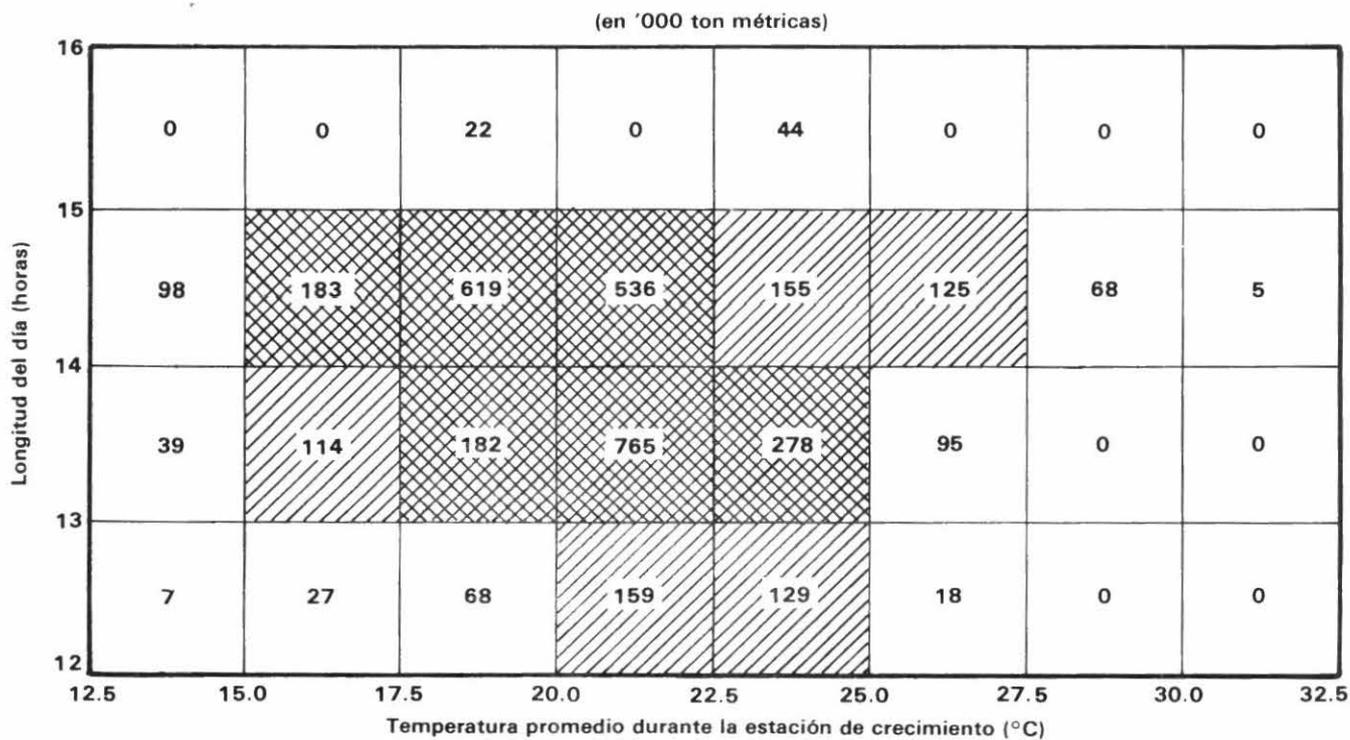


Figura 4. Producción de frijol en el área objetivo según la longitud del día y temperatura.

Cuadro 1. Clasificación preliminar de las microregiones de frijol en el área objetivo de acuerdo con los tipos climáticos determinados por medio del análisis de conglomerados.

| Tipo climático | Descripción general   | No. de estaciones de la microregión | Producción |     | Temp. floración (°C) |       |      | Balance hídrico (mm/día) |                |                | Ejemplo de sitios  |
|----------------|---|-------------------------------------|------------|-----|----------------------|-------|------|--------------------------|----------------|----------------|--|
|                |   |                                     | ('000 ton) | (%) | máx.                 | prom. | mín. | V <sup>1</sup>           | F <sup>1</sup> | P <sup>1</sup> |  |
| A              | Temperatura promedio, agua adecuada   | 19                                  | 661        | 17  | 28.9                 | 22.3  | 16.3 | 0.36                     | -0.89          | -1.50          | Salta, Argentina; Huila, Colombia; Celaya y Veracruz, México; Juticalpa, Honduras.   |
| B              | Temperatura promedio, leve exceso de agua   | 12                                  | 118        | 3   | 30.7                 | 23.2  | 15.9 | 0.45                     | 4.00           | 1.90           | Turrialba, Costa Rica; Tabasco, México   |
| C              | Temperatura promedio, muy seco (áreas de riego)                                   | 15                                  | 528        | 14  | 31.0                 | 23.1  | 15.2 | -5.20                    | -5.60          | -5.10          | Goiás, Brazil; Culiacán, México.   |
| D              | Alta temperatura, sequía al final de la estación                                  | 11                                  | 262        | 6   | 34.6                 | 26.2  | 17.7 | -0.29                    | -2.70          | -4.15          | Bahía Central, Brazil; Nicoya, Costa Rica; Jamapa, Honduras; Veracruz, México; Ciudad Granada, Nicaragua; Villarica, Paraguay. |
| E              | Temperatura promedio, posible sequía al final de la estación                      | 29                                  | 1672       | 42  | 26.1                 | 19.6  | 13.2 | -1.57                    | -2.49          | -2.75          | Antioquia, Colombia; Chimaltenango, Guatemala; Durango, México; Cajamarca, Perú; Mérida, Venezuela.                            |
|                | Temperaturas moderadamente bajas, deficiencias moderadas (incluye áreas de riego) | 19                                  | 451        | 11  | 22.0                 | 16.1  | 10.0 | -1.60                    | -1.90          | -2.30          | Río Grande do Sul, Brazil; Chihuahua, México; Bailadores, Venezuela.   |
| G              | Temperatura baja, agua adecuada   | 5                                   | 45         | 1   | 17.6                 | 12.6  | 7.8  | -0.58                    | -0.52          | -0.86          | Alturas elevadas en Bolivia, Ecuador y Perú.   |
| Atípico        |   |                                     |            | 6   |                      |       |      |                          |                |                |  |

<sup>1</sup> Estados de crecimiento: V = vegetativo; F = floración; P = llenado de vainas.

## **Clasificación preliminar de los climas durante las estaciones de crecimiento del frijol**

Se realizó un análisis más complejo tendiente a suministrar información más detallada sobre los límites de los tipos climáticos que afectan el cultivo del frijol. Se escogieron las variables representativas de los principales factores climáticos, incluidas las temperaturas máxima, mínima y media durante el período de floración y el balance promedio diario de precipitación y evapotranspiración para los períodos vegetativo, de floración y reproductivo. Los sitios-períodos de crecimiento se agruparon usando un solo algoritmo ligado. La inspección de los conglomerados al nivel del décimo mostró siete grupos principales y tres por fuera de las regiones atípicas en Panamá y Venezuela, que sólo representan el 6% del total de la producción de frijol (Cuadro 1).

Es importante anotar que esta no es una clasificación de los climas regionales durante todo el año en los sitios, sino únicamente la clasificación correspondiente a la estación de crecimiento del frijol. Esto explica el por qué Veracruz en México se encontró en los grupos A y D, y Salta en

Argentina y Huila en Colombia, con climas en general diferentes, se clasificaron conjuntamente en el grupo A.

Resulta sobresaliente que Antioquia y Huila, sitios de evaluación del equipo de frijol, se ubicaron en los grupos A y E. Estos grupos representan casi el 60% del total de la producción del área objetivo. Aunque los sistemas de producción usados en otras regiones dentro de estos grupos climáticos pueden ser muy diferentes de aquellos usados en Antioquia y Huila, cabe sugerir que no habrá limitantes climáticos para transferir la tecnología desarrollada en las áreas de pruebas, a áreas similares dentro de tales grupos.

La evaluación del balance hídrico usado en esta clasificación es tan sólo una aproximación inicial. La humedad del suelo y fluctuaciones de la lluvia en períodos cortos no se tuvieron en cuenta. Sin embargo, a partir de estas bases preliminares parece que una proporción considerable de la producción del área objetivo está sujeta a sequías durante los periodos siguientes a la floración. Esto señala aún más la necesidad de continuar la evaluación por tolerancia a la sequía y de estudios posteriores sobre longitud de las estaciones de crecimiento y fenología del cultivo para adaptar los cultivares a la lluvia disponible durante la estación de crecimiento.



# Evaluación del Germoplasma por Variabilidad Deseada

La búsqueda de variabilidad genética y evaluación de germoplasma continuó como una de las principales actividades del Programa de Frijol durante el año.

## Resistencia a Enfermedades Virales

### Virus del mosaico común del frijol (BCMV)

Uno de los objetivos del Programa de Frijol es desarrollar germoplasma resistente a todas las variantes patogénicas conocidas del virus del mosaico común del frijol. Inicialmente el gen I dominante de resistencia será incorporado a todas las líneas mejoradas, seguido por la incorporación de genes recesivos en las líneas seleccionadas para proteger el gen I dominante de las variantes del BCMV que inducen necrosis.

**Distribución de las variantes del BCMV en América Latina.** Al parecer las variantes Típica y Florida del BCMV son las predominantes en América Latina. La variante New York 15 se observa en países templados como Chile, y causa mosaico en variedades de frijol de los grupos Michelite y Pinto 114.

Entre las variantes que inducen necrosis, la BCMV NL 6 frecuentemente se aísla en plantas de frijol afectadas por la necrosis sistémica, especialmente en condiciones de alta temperatura. Una variante capaz de inducir necrosis independientemente de la temperatura, la BCMV NL 3, también se ha aislado en Chile y Colombia.

La incidencia de la necrosis sistémica en las plantas de resistencia dominante continúa presentándose de manera moderada en los campos del CIAT. La incorporación de los genes recesivos que protegen contra las variantes inductoras de necrosis del BCMV se realizará progresivamente a medida que se incrementen las nuevas variedades con el gen I.

Como consecuencia de la anterior distribución del BCMV, se emplean rutinariamente en el proceso de evaluación tres variantes, Florida, New York 15 y NL 4, con una patogenicidad combinada suficiente para detectar los genotipos del frijol susceptibles al mosaico (Cuadro 2).

**Evaluación de accesiones e introducciones de germoplasma.** El primer paso en el desarrollo de resistencia al

Cuadro 2. Patogenicidad de variantes del BCMV en variedades de frijol susceptibles al mosaico.<sup>1</sup>

| Variedad del grupo | Variante BCMV  |             |     |
|--------------------|----------------|-------------|-----|
|                    | Florida        | New York-15 | NL4 |
| Double White       | + <sup>2</sup> | +           | +   |
| Imuna              | +              | +           | +   |
| Great Northern 123 | +              |             | +   |
| Michelite          |                | +           |     |
| Pinto 114          |                | +           |     |
| Great Northern 31  |                |             | +   |

<sup>1</sup> De acuerdo con E. Drijfhout.

<sup>2</sup> + = infección sistémica. Los espacios en blanco significan resistencia a la respectiva variante del BCMV.

BCMV consiste en la evaluación de las accesiones de germoplasma depositadas en la Unidad de Recursos Genéticos por su resistencia al BCMV.

En este año se inoculó y evaluó un total de 10,000 accesiones de germoplasma en condiciones de invernadero y campo en el CIAT y Popayán. Los resultados indicaron que un 67% de las accesiones evaluadas presentaron susceptibilidad, 13.8% estaban segregando por su resistencia al BCMV, y solamente el 8.7% se puede considerar con resistencia homocigota al virus (el 10.5% restante no se pudo evaluar). Las accesiones que estaban segregando por resistencia y se consideraban promisorias han sido evaluadas posteriormente con el objetivo de identificar líneas homocigotas resistentes al BCMV.

**Evaluación de poblaciones segregantes.** Una modificación en la metodología de evaluación utilizada en este año consistió en la inoculación y evaluación (prueba de progenie) de selecciones individuales F<sub>3</sub> o más avanzadas bajo condiciones de casa de anjeo, en vez de inocular las familias F<sub>2</sub> en el campo. Esta modificación aumentó

considerablemente la eficiencia de evaluación (aproximadamente un 93% en la primera evaluación, según los materiales del VEF de 1979) a pesar del alto número de plantas (135,000) evaluadas por progenie durante este año.

Otro desarrollo sobresaliente en la metodología de evaluación consistió en la implementación de la prueba de necrosis para detectar la presencia del gen I dominante de necrosis que confiere resistencia al BCMV. El proceso consiste en la inoculación manual de hojas primarias del material a evaluar, con una variante que induzca necrosis (BCMV NL 3 ó NL 5) en condiciones de alta luminosidad, temperatura y humedad. Pocos días después de la inoculación las hojas provenientes de plantas que posean el gen I dominante presentan necrosis de las nervaduras.

Los resultados obtenidos en la primera prueba de necrosis realizada durante este año con las líneas del IBYAN de 1979B (Cuadro 3), indicaron que la metodología de evaluación por resistencia al BCMV ha sido altamente eficiente en la selección de las líneas mejoradas por resistencia al mosaico.

La evaluación por resistencia al BCMV también se hizo mediante el retrocruzamiento de variedades locales con marcada preferencia por parte de los consumidores debido a su color y tamaño de grano, pero susceptibles a esta enfermedad.

### Detección serológica de virus originado en semilla

La serología es la técnica más rápida y confiable que se utiliza hoy en día en la detección de virus de plantas. Esta técnica, sin embargo, resulta muy difícil de adaptar a la semilla de frijol debido a la presencia de compuestos aglutinantes de suero en extractos de la semilla, lo que imposibilita la interpretación correcta de los resultados.

Recientemente una nueva técnica serológica conocida como ELISA (prueba inmunológica de absorción con conjugados enzimáticos) se utilizó en la detección de dos virus transmitidos en semilla de frijol (el BCMV y el virus del mosaico sureño del frijol) en el CIAT. Los resultados obtenidos indican que esta técnica puede ser aplicada con éxito aún en niveles de infección de semilla inferiores al 1% sin producir reacciones no específicas. Esta técnica se empleará para disminuir el período de cuarentena requerido para las nuevas introducciones de germoplasma de frijol.

Cuadro 3. Resultados de la prueba de necrosis con las líneas del IBYAN 1979B del CIAT.

| Línea experimental | Color del grano | Prueba de necrosis (BCMV NL3) <sup>1</sup> |
|--------------------|-----------------|--|
| A21                | Rojo            | +  |
| A22                | Canela          | +  |
| A25                | Café moteado    | ±  |
| BAT 41             | Rojo            | +  |
| BAT 44             | Café            | +  |
| BAT 85             | Crema           | +  |
| BAT 93             | Amarillo        | +  |
| BAT 160            | Crema           | +  |
| BAT 202            | Rojo            | +  |
| BAT 317            | Canela          | +  |
| BAT 332            | Crema           | +  |
| BAT 336            | Crema           | +  |
| BAT 338            | Blanco          | +  |
| BAT 340            | Blanco          | +  |
| BAT 363            | Café            | +  |
| BAT 419            | Café moteado    | +  |
| BAT 482            | Blanco          | +  |
| BAT 561            | Crema           | +  |
| BAT 614            | Moteado         | +  |
| EMP 28             | Crema           | +  |
| BAT 58             | Negro           | +  |
| BAT 64             | Negro           | +  |
| BAT 76             | Negro           | +  |
| BAT 140            | Negro           | +  |
| BAT 179            | Negro           | +  |
| BAT 240            | Negro           | +  |
| BAT 261            | Negro           | +  |
| BAT 271            | Negro           | +  |
| BAT 304            | Negro           | +  |
| BAT 445            | Negro           | +  |
| BAT 448            | Negro           | +  |
| BAT 450            | Negro           | +  |
| BAT 518            | Negro           | +  |
| DOR 15             | Negro           | +  |

<sup>1</sup> + = gen I dominante presente; ± = gen I dominante presente en algunas pero no en todas las plantas probadas.

### Virus del mosaico amarillo del frijol (BYMV)

La incidencia tanto de las variantes inductoras del mosaico como las de necrosis de este virus continua siendo muy alta en Chile. El virus también se encuentra presente en Argentina y posiblemente en Bolivia.

La diversidad de las variantes del BYMV y la heterogeneidad de sus hospedantes hacen que sea la principal enfermedad del frijol donde quiera que el virus existe.

## Resistencia/Tolerancia a Enfermedades Fungosas y Bacteriales

Durante el año se dedicaron esfuerzos considerables al desarrollo y mejoramiento de la inoculación de patógenos y la evaluación de enfermedades para aplicarlos a la gran cantidad de accesiones de germoplasma y progenies mejoradas del Programa y evaluar su resistencia a enfermedades.

Las enfermedades a las cuales se les ha dado gran prioridad son la roya, antracnosis, mancha angular y añublo bacteriano común. La infección natural de otros patógenos permitió evaluar convenientemente los materiales en los viveros del VEF y EP por resistencia a otras enfermedades tales como la mancha gris (*Cercospora vanderysti*), mancha blanca de la hoja (*Pseudocercospora albida*), mancha de la hoja por *Ascochyta* (*Ascochyta* spp.), mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*), y mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*).

Simultáneamente se mejoró la metodología de evaluación de pocas cantidades de materiales avanzados por su resistencia a enfermedades de menor importancia tales como el añublo de halo (*Pseudomonas phaseolicola*), pudriciones de las raíces por *Fusarium* y *Rhizoctonia*, quemazón sureña (*Sclerotium rolfsii*), y mancha ceniza del tallo (*Macrophomina phaseolina*).

**Roya.** La roya del frijol (*Uromyces phaseoli*) continúa siendo uno de los patógenos más generalizados en América Latina y otras regiones del mundo. Se sabe que el hongo está conformado por muchas razas patogénicas diferentes que comprenden las poblaciones de roya presentes en determinada localidad durante una estación de crecimiento. El Programa de Frijol no está reuniendo, purificando o identificando los aislamientos de roya colombiana como razas, sino que su mayor preocupación es identificar eficientemente el germoplasma y las progenies que son resistentes o intermedias en reacción a todas las poblaciones endémicas de roya en los sitios de evaluación del CIAT. Sin embargo, la variabilidad patogénica de diferentes poblaciones de roya puede estudiarse mediante la reacción a la enfermedad de un grupo estándar de materiales sembrados en diferentes viveros.

La Figura 5 comprende una serie de gráficos de distribución de frecuencias elaborados según los resultados de 41 materiales del IBRN (Vivero Internacional de Roya de Frijol), clasificados como inmunes, resistentes, intermedios o susceptibles, y evaluados en diferentes viveros durante 1978 y 1979. La comparación de la distribución de

frecuencias en Popayán, Río Negro, y el CIAT ilustra la variabilidad específica de las distintas localidades. Los dos gráficos del CIAT ilustran la variabilidad específica durante el año. El contraste de las localidades y estaciones de crecimiento complementan el sistema de evaluación del germoplasma, el cual permite identificar los materiales considerados como ampliamente resistentes o intermedios en reacción a la variabilidad patogénica de las poblaciones de roya presentes en esas regiones colombianas.

El Programa de Frijol evalúa rutinariamente el germoplasma y la progenie mejorada en su reacción a la roya en el CIAT y en otras localidades de Colombia. Las poblaciones y las progenies seleccionadas son evaluadas durante tres a cinco oportunidades en el CIAT en viveros inoculados e infectados espontáneamente con la roya. Las mejores selecciones de estos y otros viveros son evaluadas uniformemente en su resistencia a la roya en el vivero VEF sembrado en el CIAT (inoculado) y en Popayán (infección natural). Las selecciones que ingresan al vivero EP son evaluadas nuevamente por resistencia en CIAT (inoculado) y en otros sitios de Colombia (infección natural), tales como Popayán, Cajibío y Pitalito.

La Figura 6 presenta las frecuencias de clasificación de los 180 materiales del EP evaluados durante 1979. La importancia de las múltiples evaluaciones y ensayos regionales es evidente puesto que el 73% de estos materiales se registraron como resistentes e intermedios durante el VEF de 1978, y solamente el 44% permaneció como resistente o intermedio a las poblaciones de roya presentes durante los ensayos del EP de 1979. Varios materiales que se consideraron como resistentes o intermedios pasaron a formar parte del IBRN e IBYAN de 1979. Los resultados de estos experimentos permitirán al Programa de Frijol identificar aquellos materiales que posean la resistencia más efectiva y estable o una reacción intermedia efectiva contra la roya en distintas localidades.

Los resultados del IBRN en los viveros de 1975-1976 y 1977-1978 han sido entregados por los colaboradores, analizados y publicados. El Cuadro 4 resume las reacciones de algunos materiales ampliamente resistentes o de reacción intermedia durante los cuatro años. Es importante anotar que todos los materiales resultaron susceptibles en una o más localidades durante uno o más años. Sin embargo, varios materiales presentaron una resistencia muy amplia a muchos de los complejos de razas de roya presentes en América Latina y otras regiones del mundo, y se podrían considerar útiles como fuentes de resistencia a la roya en programas de mejoramiento. Estos materiales y otros han continuado en programas de evaluación en América Latina, Estados Unidos y África durante el IBRN

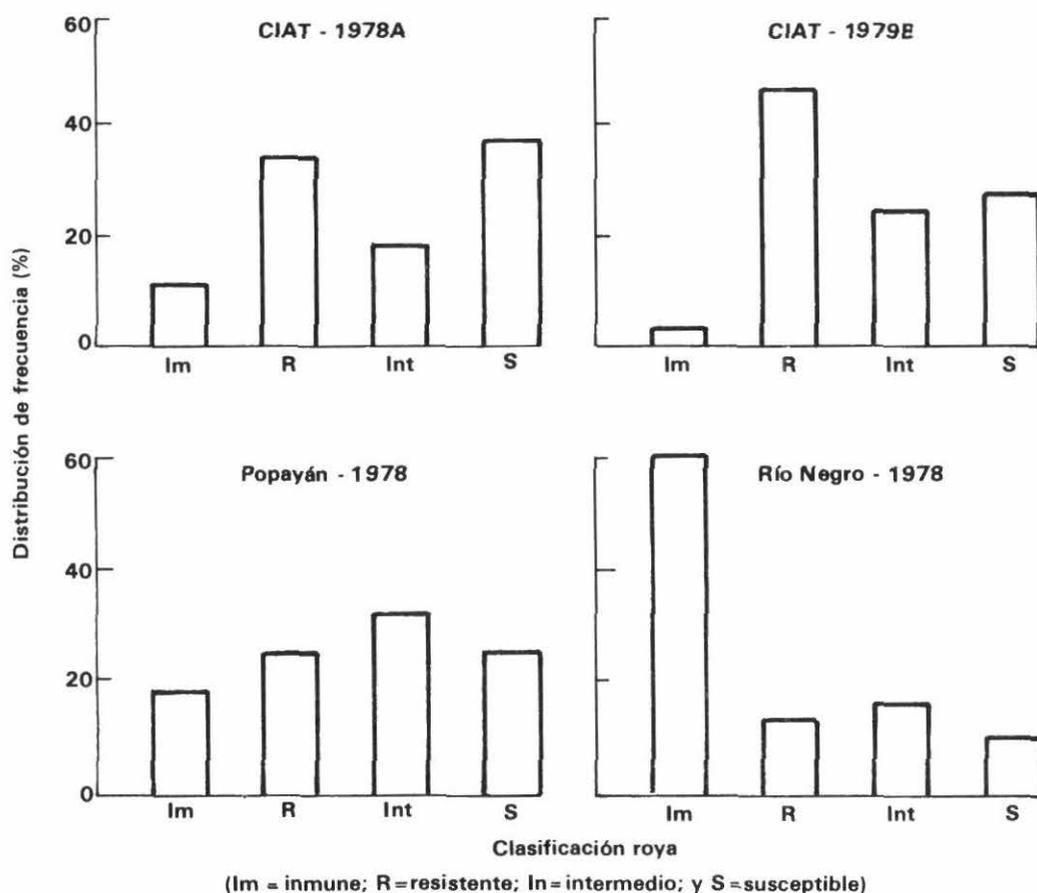


Figura 5. Variabilidad patogénica presentada por las poblaciones de roya del frijol que infectaron los materiales control del IBRN en cuatro viveros sembrados en Colombia durante 1978 y 1979.

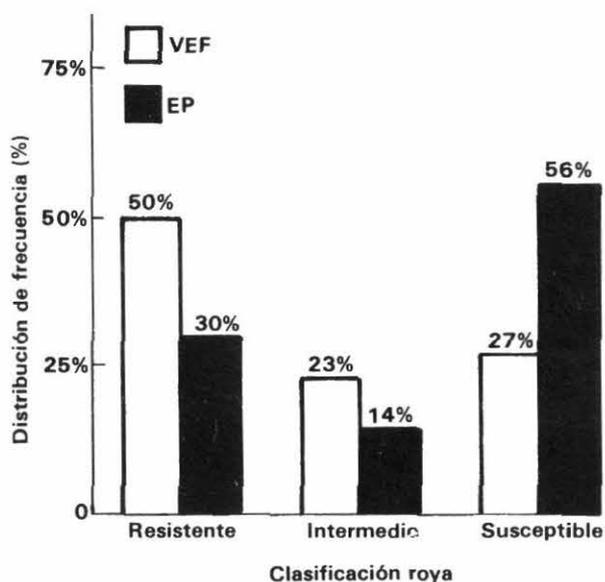


Figura 6. Frecuencia de 180 materiales clasificados como resistentes, intermedios o susceptibles a la roya en el CIAT, en el VEF de 1978 y en CIAT, Popayán, Cajibío y Pitalito en el EP de 1979.

de 1979-1980 que se está distribuyendo a los distintos colaboradores.

Se está estudiando la utilidad y grado de protección en los rendimientos resultantes de varias reacciones intermedias de resistencia a la roya, tales como pústulas pequeñas (menos de 300  $\mu$  de diámetro), pústulas de tamaño moderado (300-400  $\mu$  de diámetro), y pústulas limitantes de necrosis. Igualmente se están estudiando la presencia y el valor potencial de la resistencia que provoca un lento desarrollo de la roya.

**Antracnosis.** El agente causal de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) es muy conocido por su gran variabilidad patogénica en distintas partes del mundo. Las evaluaciones en el invernadero son también utilizadas para verificar las reacciones en el campo de los materiales promisorios y para exponerlos a mezclas de aislamientos de antracnosis procedentes de muchas regiones de Colombia. Aproximadamente 2000 materiales de germoplasma y progenies mejoradas con el gen Are (Cornell

Cuadro 4. Reacciones de materiales registrados como ampliamente resistentes en los IBRN de 1975-1976 y 1977-1978.

| Identificación del material    | Número de viveros donde el material se clasificó como: |   |    |   |    |      |   |    |   |    |           |    |    |   |    |
|--------------------------------|--|---|----|---|----|------|---|----|---|----|-----------|----|----|---|----|
|                                | 1975   |   |    |   |    | 1976 |   |    |   |    | 1977-1978 |    |    |   |    |
|                                | I  | R | Ir | S | ND | I    | R | Ir | S | ND | I         | R  | Ir | S | ND |
| Cocacho                        | 5  | 4 | 0  | 1 | 5  | 0    | 5 | 2  | 2 | 8  | 2         | 7  | 8  | 0 | 0  |
| Compuesto Chimalteco 3 (G5712) | 4  | 3 | 2  | 1 | 5  | 5    | 9 | 2  | 1 | 0  | 2         | 9  | 4  | 1 | 1  |
| Mexico 309 (G5652)             | 6  | 5 | 1  | 0 | 3  | 8    | 4 | 3  | 2 | 0  | 8         | 7  | 1  | 1 | 0  |
| Ecuador 299 (G5653)            | 5  | 7 | 1  | 0 | 2  | 3    | 6 | 6  | 2 | 0  | 4         | 6  | 4  | 2 | 1  |
| Mexico 235                     | 2  | 1 | 2  | 0 | 10 | 6    | 4 | 4  | 2 | 1  | 5         | 6  | 2  | 2 | 2  |
| Cuilapa 72 (G4489)             | 4  | 7 | 1  | 0 | 3  | 8    | 3 | 3  | 3 | 0  | 7         | 7  | 3  | 0 | 0  |
| Redlands Pioneer               | 0  | 0 | 0  | 0 | 15 | 2    | 7 | 5  | 2 | 1  | 3         | 11 | 2  | 0 | 1  |
| Redlands Greenleaf B           | 7  | 3 | 2  | 0 | 3  | 2    | 8 | 5  | 2 | 0  | 3         | 11 | 2  | 0 | 1  |
| Redlands Greenleaf C           | 1  | 2 | 2  | 0 | 10 | 1    | 7 | 6  | 2 | 1  | 4         | 8  | 4  | 0 | 1  |

I = inmune; R = resistente; Ir = intermedio; S = susceptible; ND = información no disponible.

49-242) y otras fuentes promisorias de resistencia se evaluaron en el invernadero (Figura 7).



Figura 7. Cámara de incubación-humedad empleada para evaluar materiales por resistencia a enfermedades en el invernadero.

Las primeras 10,000 accesiones del banco de germoplasma fueron inoculadas con 15 aislamientos locales de *C. lindemuthianum* en condiciones de campo en Popayán (Figura 8). Varias de ellas parecen altamente promisorias por su resistencia y características agronómicas. Tales materiales pueden suministrar nuevas y útiles fuentes de resistencia contra un amplio espectro de razas de antracnosis endémicas en Colombia y en otras regiones productoras de frijol.

**Mancha angular.** Las inoculaciones con la mancha angular (*Isariopsis griseola*) resultaron muy exitosas durante este año en Popayán, y demostraron que muy pocos materiales se pueden considerar inmunes a la infección. Sin embargo, algunas accesiones del germoplasma entre las 10,000 evaluadas, resultaron promisorias y se identificaron materiales mejorados con un alto nivel de resistencia o grados intermedios de infección en el follaje. Se ha verificado que los materiales del germoplasma y materiales mejorados dan respuestas variables a la infección de la vaina.

El Cuadro 5 demuestra la variabilidad patogénica expresada por la mancha angular cuando los materiales se inocularon con diferentes aislamientos o fueron infectados



Figura 8. Inoculación de accesiones de germoplasma y progenie mejorada con una mezcla de aislamientos de antracnosis. Este método también es utilizado para inocular materiales con roya, mancha angular o añublo bacterial común.

naturalmente por aislamientos endémicos de distintas localidades. Hubo una gran diferencia en las reacciones a la infección entre los ensayos del VEF de 1978 y los de 1979B debido a la inoculación con dos aislamientos locales en condiciones ambientales extremadamente favorables al desarrollo de la enfermedad durante 1979B. Los resultados del VEF de 1979 también indican que una proporción muy baja de los materiales son resistentes (0.3%) o intermedios (20%) a los dos aislamientos inoculados. Además se están reuniendo más aislamientos locales para evaluaciones de campo, y se está precisando la variabilidad patogénica de este patógeno.

**Añublo bacterial común.** El desarrollo de material resistente al añublo bacterial común (*Xanthomonas phaseoli*) recibió considerable atención durante el año. Se mejoraron la metodología de inoculación, evaluación, y mejoramiento genético con el objeto de poder manejar eficientemente grandes poblaciones de materiales en segregación y líneas avanzadas o accesiones de germoplasma. Se estudiaron el efecto de la edad de la planta,

**Cuadro 5.** Reacciones de infección de materiales seleccionados en el EP de 1979 con diferentes aislamientos del agente causal de la mancha angular.

| Identificación del material | Reacción de infección <sup>1</sup> |                      |                     |
|-----------------------------|------------------------------------|----------------------|---------------------|
|                             | 1978 VEF <sup>2</sup>              | 1979 EP <sup>3</sup> | 1979 B <sup>4</sup> |
| BAT 165                     | 1                                  | 1                    | 2                   |
| BAT 332                     | 1                                  | 1                    | 3                   |
| BAT 76                      | 1                                  | 1                    | 4                   |
| BAT 160                     | 1                                  | 1                    | 5                   |
| BAT 448                     | 1                                  | 1                    | 5                   |
| G1753                       | 1                                  | 1                    | 5                   |
| BAT 346                     | 1                                  | 2                    | 4                   |
| BAT 89                      | 1                                  | 2                    | 5                   |
| A 21                        | 1                                  | 3                    | 5                   |
| BAT 148                     | 2                                  | 1                    | 5                   |
| BAT 317                     | 2                                  | 2                    | 5                   |
| BAT 44                      | 3                                  | 1                    | 5                   |
| G4017                       | 3                                  | 3                    | 5                   |
| BAT 394                     | 3                                  | 4                    | 5                   |
| BAT 256                     | 4                                  | 4                    | 5                   |

1 Reacción de infección: 1 = inmune; 2 = resistente; 3 = intermedio; 4 = susceptible; 5 = muy susceptible.

2 Inoculado con un aislamiento local en Popayán.

3 Infección natural en Cajibío y Pitalito.

4 Inoculado con el mismo aislamiento empleado en Popayán más otro aislamiento local.

la concentración del inóculo, y escalas de evaluación en la resistencia de la planta en condiciones de campo.

Con el objeto de desarrollar una mayor confiabilidad en la determinación de reacciones al añublo bacterial común en el campo, se utilizaron dos escalas de evaluación para comparar el tamaño de la lesión con la incidencia en el follaje, dentro de las cinco clases siguientes: 1= altamente resistente; 2= resistente; 3= intermedia; 4= susceptible; y 5= altamente susceptible. La escala de incidencia en el follaje se definió así: 1= 0% follaje infectado; 2= 1-5% follaje infectado; 3= 6-10% follaje infectado; 4= 11-25% follaje infectado, y 5= 26-100% follaje infectado. La escala de tamaño de la lesión (diámetro) se definió así: 1= lesiones menores de 5 mm; 2= lesiones de 6-10 mm; 3= lesiones de 11-20 mm; 4= lesiones de 21-40 mm; y 5= lesiones que coalescen y cubren más del 50% del área del foliolo.

La edad de la planta, adaptación fisiológica y concentración de inóculo afectaron la incidencia de la enfermedad cuando se inocularon por aspersión en la floración y tres

semanas después de ésta, plantas de diferentes edades de 10 materiales. La incidencia de lesiones aumentó al inocular plantas de mayor edad con mayor concentración de inóculo. El tamaño de la lesión resultó aproximadamente consistente para un determinado genotipo en todos los tratamientos inoculados y se podría considerar como un mejor parámetro que la incidencia de la lesión en la evaluación de resistencia a la enfermedad, especialmente si las condiciones ambientales son variables. Sin embargo, la evaluación del tamaño de la lesión fue menos efectiva en el caso de infecciones naturales que pueden inducir lesiones de diferentes edades y por tanto de tamaño variable. Cuando las inoculaciones de los materiales se hacen durante o poco antes de la floración, se pueden comparar diferencias en el tamaño de la lesión y en la rapidez de su desarrollo. Los materiales se siembran de acuerdo con el grupo de maduración para poder hacer la inoculación en un estado fisiológico similar. Se están haciendo otros estudios para detectar mecanismos de resistencia potencialmente útiles, tales como la presencia de lesiones grandes con incidencia consistentemente baja.

Se hizo una modificación del método de inoculación de las tijeras (Informe Anual del CIAT, 1977), para poder inocular rápida y uniformemente las grandes poblaciones segregantes. Esta consiste en dos cuchillas de afeitar, separadas 2 cm y paralelas entre sí montadas en un mango de madera (Figura 9), el cual se utiliza para hacer cortes de 2 cm de longitud en el folíolo colocado sobre una esponja



Figura 9. Técnica de la cuchilla de afeitar utilizada para inocular plantas con añublo bacterial común.

humedecida con la suspensión bacterial ( $5 \times 10^7$  células/ml). Esta técnica es rápida, uniforme y de fácil ejecución por parte de los asistentes de campo y permite realizar evaluaciones por otras características. En el campo se inocula una hoja trifoliada por planta y las plantas que resulten susceptibles son eliminadas. En los casos de las plantas resistentes se elimina la hoja trifoliada infectada para permitir la producción de semilla no contaminada. Posteriormente se inoculan las selecciones resistentes en la casa de malla para verificar su reacción por tamaño de lesión y nuevamente en el campo para medir la incidencia de follaje, así como la reacción de las vainas al añublo bacterial común.

**Añublo de halo.** Los materiales de EP de 1979 se inocularon en el invernadero con los aislamientos del añublo de halo (*Pseudomonas phaseolicola*), obtenidos de plantas infectadas en Popayán y Tenerife. Se encontraron varios materiales resistentes a estos aislamientos, y por tanto se están realizando estudios comparativos de la virulencia de estos con los registrados para la bacteria en otras regiones del mundo como Africa, donde la enfermedad es más generalizada y económicamente importante.

Aproximadamente 1500 accesiones de germoplasma, muchas de las cuales son resistentes al BCMV, se están evaluando en el invernadero para identificar las fuentes promisorias de resistencia al añublo de halo.

**Estudios de pérdidas por enfermedades.** Se estudió la importancia de ciertas enfermedades o complejos de enfermedades en cuanto a diferencias en pérdidas de rendimiento entre materiales seleccionados inoculados o infectados naturalmente con varios patógenos de clima frío en Popayán. Estos estudios también indican el nivel de protección que puede ser conferido por diferentes mecanismos de resistencia. El Cuadro 6 presenta los resultados en 1979A de materiales inoculados con una mezcla de aislamientos locales de mancha de *Ascochyta* (Experimento 1) o antracnosis (Experimento 2), e infectados naturalmente por la mancha blanca. El Cuadro 7 presenta los resultados en 1979B de los materiales que se inocularon con un aislamiento local del añublo de halo (Experimento 3), o con una mezcla de aislamientos locales de mancha angular (Experimento 4), e infectados naturalmente por mancha de *Ascochyta*.

En todos los ensayos se utilizó un diseño experimental normal según el cual todos los tratamientos se repitieron tres veces (tamaño de la parcela: 15 m<sup>2</sup>/material/tratamiento), además de los controles químicos apropiados. Se emplearon niveles moderados de

Cuadro 6. Pérdidas en el rendimiento de materiales inoculados con la mancha de *Ascochyta* (Experimento 1) o antracnosis (Experimento 2), e infectados naturalmente con la mancha blanca (Experimento 1 y 2) en Popayán durante 1979A.

| Material               | Rendimiento (kg/ha) |           |                       | Reacción a la infección <sup>1</sup> |           |               |           |
|------------------------|---------------------|-----------|-----------------------|--------------------------------------|-----------|---------------|-----------|
|                        | Inoculado           | Protegido | % pérdida rendimiento | Inoculado                            | Protegido | Inoculado     | Protegido |
| -----Experiment 1----- |                     |           |                       |                                      |           |               |           |
|                        |                     |           |                       | Mancha de <i>Ascochyta</i>           |           | Mancha blanca |           |
| G2618                  | 1139a <sup>2</sup>  | 1927a     | 41                    | 4.7                                  | 1.0       | 1.0           | 1.0       |
| G5764                  | 1121a               | 1968a     | 43                    | 3.0                                  | 1.0       | 1.0           | 1.0       |
| BAT 522                | 1217a               | 2125a     | 43                    | 3.7                                  | 1.0       | 3.3           | 2.0       |
| BAT 496                | 831b                | 1543bc    | 46                    | 3.3                                  | 1.0       | 4.0           | 1.3       |
| BAT 76                 | 506cd               | 1130d     | 55                    | 2.3                                  | 1.0       | 4.3           | 2.0       |
| BAT 246                | 729bc               | 1842ab    | 60                    | 3.7                                  | 1.0       | 4.3           | 1.7       |
| EMP 9                  | 531cd               | 1438cd    | 63                    | 3.3                                  | 1.0       | 4.7           | 1.3       |
| DOR 12                 | 465cd               | 1388cd    | 67                    | 2.7                                  | 1.0       | 5.0           | 2.3       |
| BAT 341                | 370d                | 1470cd    | 75                    | 3.3                                  | 1.3       | 5.0           | 2.3       |
| CV (%)                 | 18.6                | 13.4      |                       |                                      |           |               |           |
| -----Experiment 2----- |                     |           |                       |                                      |           |               |           |
|                        |                     |           |                       | Antracnosis                          |           | Mancha blanca |           |
| BAT 146                | 969b <sup>2</sup>   | 1015cd    | 5                     | 3.0                                  | 1.0       | 3.3           | 1.7       |
| BAT 44                 | 1505a               | 2055a     | 27                    | 1.0                                  | 1.0       | 3.0           | 2.0       |
| BAT 93                 | 850bc               | 1495bc    | 43                    | 1.3                                  | 1.0       | 5.0           | 2.3       |
| BAT 508                | 838bc               | 1577a     | 47                    | 1.0                                  | 1.0       | 4.7           | 3.0       |
| BAT 48                 | 563bc               | 1113bcd   | 49                    | 3.7                                  | 2.7       | 4.7           | 2.7       |
| BAT 328                | 452c                | 942d      | 52                    | 3.3                                  | 2.0       | 5.0           | 3.7       |
| BAT 429                | 550bc               | 1172bcd   | 53                    | 3.0                                  | 1.0       | 5.0           | 3.7       |
| CV (%)                 | 31.3                | 21.2      |                       |                                      |           |               |           |

1 Reacción a infección: 1 = altamente resistente; 2 = resistente; 3 = moderadamente susceptible; 4 = susceptible; y 5 = altamente susceptible.

2 Valores dentro de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al P = 0,05

gastos y densidades de plantas semejantes a las condiciones propias de los cultivadores locales. Por tanto, los rendimientos protegidos son generalmente más bajos que los registrados por otras disciplinas. Por ejemplo, las aplicaciones de fertilizantes consistieron solamente en 150 kg de 10-30-10, 150 kg superfosfato triple, y 5 kg de fertilizante foliar y urea por hectárea.

La mancha de *Ascochyta* sola causó de 41% (G 2618) a 52% (BAT 131) de pérdidas en el rendimiento de los Experimentos 1 y 3, respectivamente. La mancha blanca sola causó más de 40% de pérdidas en rendimiento al

material BAT 93 y BAT 508 en el Experimento 2. El añublo de halo se consideró responsable de un 55% de pérdidas en el rendimiento de BAT 445 en el Experimento 3, mientras que la mancha angular disminuyó el rendimiento de BAT 394 en aproximadamente 80% en el Experimento 4. Los Cuadros 6 y 7 también ilustran el nivel de pérdidas en el rendimiento atribuidas a la infección combinada de dos patógenos, así como también el valor de la resistencia a la enfermedad.

Fue interesante observar que no todas las reacciones de enfermedades estuvieron relacionadas con pérdidas en el

Cuadro 7. Pérdidas en el rendimiento de materiales inoculados con el añublo de halo (Experimento 3) o mancha angular (Experimento 4), e infectados naturalmente con la mancha de *Ascochyta* (Experimentos 3 y 4) en Popayán durante 1979B.

| Material                 | Rendimiento (kg/ha) |           |           | Reacción a la infección <sup>1</sup> |           |                            |           |
|--------------------------|---------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
|                          | Inoculado           | Protegido | % pérdida | Inoculado                            | Protegido | Inoculado                  | Protegido |
| ----- Experiment 3 ----- |                     |           |           |                                      |           |                            |           |
|                          |                     |           |           | Añublo de halo                       |           | Mancha de <i>Ascochyta</i> |           |
| Carioca                  | 984a <sup>2</sup>   | 1012ab    | 2.8       | 3.0                                  | 1.0       | 3.7                        | 2.8       |
| BAT 473                  | 973a                | 1019ab    | 4.5       | 1.0                                  | 1.0       | 3.7                        | 2.0       |
| BAT 104                  | 478b                | 738ab     | 35.2      | 5.0                                  | 1.0       | 3.0                        | 3.0       |
| BAT 369                  | 925a                | 1441a     | 35.8      | 1.0                                  | 1.0       | 4.0                        | 2.7       |
| BAT 339                  | 195b                | 306b      | 36.3      | 5.0                                  | 1.0       | 3.3                        | 2.0       |
| BAT 131                  | 382b                | 800ab     | 52.3      | 1.0                                  | 1.0       | 4.0                        | 2.3       |
| BAT 445                  | 506b                | 1135ab    | 55.4      | 5.0                                  | 1.0       | 2.7                        | 2.3       |
| CV (%)                   | 30.7                | 49.9      |           |                                      |           |                            |           |
| ----- Experiment 4 ----- |                     |           |           |                                      |           |                            |           |
|                          |                     |           |           | Mancha angular                       |           | Mancha de <i>Ascochyta</i> |           |
| BAT 160                  | 879ab               | 910ab     | 3.4       | 5.0                                  | 1.0       | 2.0                        | 2.0       |
| BAT 48                   | 1149a               | 1427ab    | 19.5      | 5.0                                  | 1.0       | 2.3                        | 2.0       |
| BAT 256                  | 662bc               | 840b      | 21.2      | 5.0                                  | 1.0       | 2.3                        | 2.0       |
| BAT 346                  | 871ab               | 1106ab    | 21.2      | 3.7                                  | 1.0       | 2.3                        | 2.0       |
| BAT 332                  | 871ab               | 1195ab    | 27.1      | 3.0                                  | 1.0       | 2.3                        | 2.7       |
| A. 21                    | 1011ab              | 1544a     | 34.5      | 5.0                                  | 1.0       | 2.7                        | 2.3       |
| BAT 76                   | 887ab               | 1418ab    | 37.4      | 3.7                                  | 1.0       | 2.7                        | 2.0       |
| Carioca                  | 852ab               | 1527a     | 44.2      | 5.0                                  | 1.0       | 3.0                        | 2.3       |
| BAT 148                  | 634bc               | 1247ab    | 49.2      | 5.0                                  | 1.0       | 3.3                        | 2.3       |
| BAT 394                  | 274c                | 1342ab    | 79.6      | 5.0                                  | 1.0       | 2.0                        | 2.0       |
| CV (%)                   | 28.8                | 26.1      |           |                                      |           |                            |           |

1 Reacción a infección: 1 = altamente resistente; 2 = resistente; 3 = moderadamente susceptible; 4 = susceptible; y 5 = altamente susceptible.

2 Valores de una columna seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes al P = 0.05.

rendimiento en cada uno de los materiales, lo que indica la necesidad de desarrollar una metodología más confiable en la medición de la incidencia de una enfermedad en el follaje y vainas, en comparación con las escalas de reacción a la enfermedad utilizadas comúnmente en las evaluaciones de germoplasma y progenies mejoradas. Por ejemplo, BAT 160 y BAT 394 exhibieron una reacción de susceptibilidad a la enfermedad en el Experimento 4, pero sufrieron pérdidas en el rendimiento de 3% y 80%, respectivamente. Se han planeado más estudios para verificar estos resultados y determinar si BAT 160 posee una verdadera

tolerancia a la mancha angular bajo un alto grado de infección.

## Resistencia/Tolerancia a Insectos Plaga

Las evaluaciones del germoplasma en su resistencia a *Empoasca kraemeri*, y los programas de selección recurrente destinados a incrementar los niveles de resistencia a este insecto continuaron durante el año 1979. Se mejoraron las técnicas de evaluación en el campo por resistencia a la araña roja, *Tetranychus desertorum*, así

como los métodos de laboratorio para evaluación por resistencia a *Acanthoscelides obtectus* y *Zabrotes subfasciatus*.

**Empoasca kraemeri.** Más de 4000 materiales de los diversos viveros del Programa de Frijol se evaluaron durante 1979 en su resistencia al saltahoja, *Empoasca kraemeri*. Aproximadamente el 5% de los materiales evaluados presentaron altos niveles de tolerancia a este insecto: un grado de daño visible de  $\leq 2.0$  en una escala cuya tolerancia va de 0 a 2, intermedia de 2 a 3, y susceptible más de 3. A pesar de que no se encontraron los mismos niveles elevados de resistencia en los materiales de semilla roja, se puso especial énfasis en la selección de los materiales más resistentes en las evaluaciones de resistencia y del programa de selección recurrente.

Tal como se registró en los años anteriores (Informe Anual del CIAT, 1978), la mayor proporción de materiales susceptibles se encontró en los frijoles trepadores; a niveles elevados de infestación por el saltahoja, estos materiales cambiaron su hábito de crecimiento del tipo IV al tipo II.

Se dio especial énfasis a la formación del Vivero Internacional de Resistencia a *Empoasca*. Las 54 selecciones más resistentes se incluyeron en este vivero que está siendo evaluado en México, Guatemala, República Dominicana, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Cuba. Continuó la selección por resistencia a *E. kraemeri* en el segundo ciclo de selección recurrente.

En un experimento sobre rendimiento para comparar los niveles de resistencia de los materiales negros y los no negros se lograron progresos en la selección de frijoles con semilla roja y blanca en su resistencia al insecto. Las variedades rojas resistentes presentaron las menores pérdidas en rendimiento en altas infestaciones de *Empoasca*, y todas resultaron significativamente superiores al control susceptible de semilla roja, Diacol-Calima (Cuadro 8). Igualmente los materiales resistentes de semilla blanca resultaron superiores al control susceptible, ICA-Bunsi. El coeficiente de correlación de Spearman entre el grado de daño visible y las pérdidas en rendimiento resultó significativo ( $r = 0.757$ ;  $P < 0.05$ ).

Cuadro 8. Porcentaje de disminución en el rendimiento y daño, según una escala de calificación visual, debido a una alta infestación natural de *Empoasca kraemeri* en 10 variedades de frijol (valores promedios de cuatro repeticiones: CV = 12.41%).

| Variedad      | Color      | Reacción de infección <sup>1</sup> | % disminución rendimiento | Grados de daño visible |
|---------------|------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| BAT 2         | Rojo-crema | R                                  | 24.2a <sup>2</sup>        | 3.2                    |
| BAT 15        | Rojo-crema | R                                  | 29.2a                     | 2.6                    |
| G05468        | Negro      | R                                  | 32.9ab                    | 2.8                    |
| BAT 14        | Rojo-crema | R                                  | 33.1ab                    | 3.0                    |
| G00124        | Blanco     | R                                  | 34.5ab                    | 2.7                    |
| G04211        | Negro      | R                                  | 40.9ab                    | 3.1                    |
| Ex-Rico 23    | Blanco     | R                                  | 41.1b                     | 3.4                    |
| ICA-Tuí       | Negro      | R/I                                | 40.3c                     | 3.2                    |
| Diacol-Calima | Rojo       | S                                  | 57.5c                     | 4.4                    |
| ICA-Bunsi     | Blanco     | S                                  | 57.7c                     | 3.8                    |

1 Reacción de infección determinada en experimentos anteriores: R = resistente; S = susceptible; e I = intermedio.

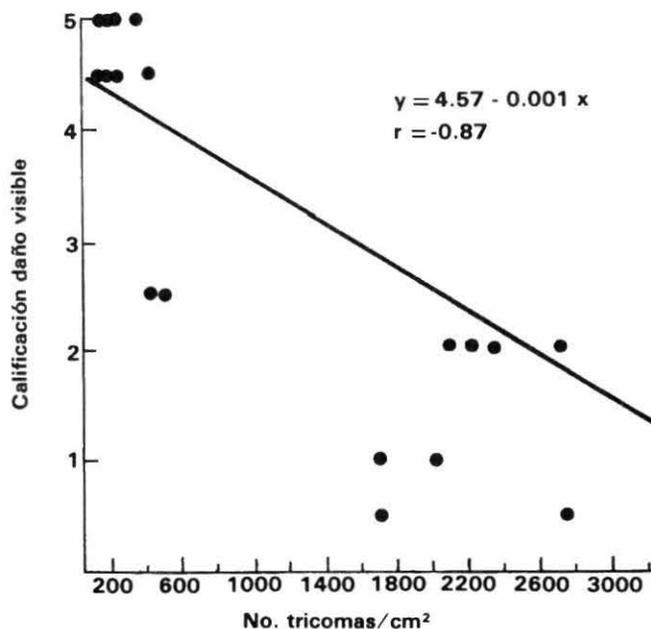
2 Promedios dentro de la columna seguidos por la misma letra no son diferentes significativamente al  $P = 0.05$ .

En estudios con otras especies de *Phaseolus* diferentes de *P. vulgaris* se confirmó la presencia de cuatro fuentes altamente resistentes a *Empoasca* en la colección *P. acutifolius*. En 185 introducciones estudiadas de *P. lunatus* se logró identificar cinco fuentes altamente resistentes.

En los experimentos para estudiar la influencia de la pubescencia de la hoja en las poblaciones de *Empoasca* se encontró una correlación negativa significativa entre el número de tricomas por cm<sup>2</sup> y el grado de daño visible ( $r = -0.87$ ;  $P < 0.05$ ) (Figura 10), correlación no encontrada para *P. vulgaris*.

**Arañita roja.** Se concentraron esfuerzos en desarrollar una metodología confiable para detectar la resistencia a la arañita roja, *Tetranychus desertorum*. No se encontró ninguna correlación entre el grado de daño visible obtenido en el campo y en la casa de malla.

Los coeficientes de correlación de  $r = 0.63-0.78$  ( $P < 0.05$ ) encontrados entre las evaluaciones realizadas en el campo en diferentes semestres sugieren que la selección puede ser más confiable en condiciones naturales. Más aún, las correlaciones entre las repeticiones dentro del mismo semestre resultaron altas ( $r_s = 0.81-0.82$ ;  $P < 0.05$ ). Con base en estos resultados se pudieron evaluar más de 300 materiales en el campo, seis de los cuales presentaron un alto nivel de resistencia. Un estudio preliminar sugiere que el rendimiento final puede ser otro criterio de selección. Se



indicando que las evaluaciones por tolerancia a bajo contenido de P se deben hacer con adecuada fertilización con N.

Para seleccionar variedades eficientes en su utilización del bajo contenido de P en el suelo y que responden al P aplicado, se necesitaron más de 150 kg/ha de  $P_2O_5$ /ha. Hubo pequeñas diferencias en el rendimiento según diferentes cantidades de N aplicado en el caso de las variedades ineficientes a 150 kg de  $P_2O_5$ /ha, pero las diferencias en rendimiento se observaron realmente en las variedades eficientes. Esto sugiere que las variedades eficientes en la utilización de P también lo son en el uso del N. No hubo diferencias en los incrementos de rendimiento entre las variedades ineficientes y eficientes al aumentar los niveles de P. Sin embargo, la producción total de biomasa aumentó diferencialmente (Figuras 12 y 13). Esto puede conducir a que en el campo se seleccionen las plantas más vigorosas que, sin embargo, pueden no ser las que producen más granos. En los casos donde se aplicaron cantidades adecuadas de N, la producción total de biomasa correlacionó fuertemente con la carga de granos, y las variedades eficientes mostraron su superioridad. El índice de área de la hoja y el número de vainas correlacionaron levemente con rendimiento; sin embargo, el peso de 100 semillas y número de granos por vaina correlacionaron significativamente con el rendimiento en condiciones de estrés. Esto sugiere que el rendimiento es el mejor parámetro para evaluar por tolerancia a suelos moderadamente ácidos.

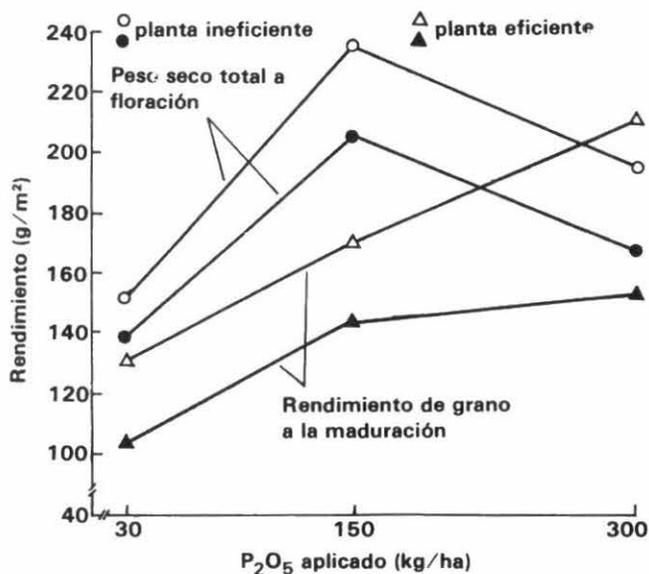


Figura 12. Curvas de respuesta de frijoles eficientes e ineficientes a distintos niveles de P aplicado, con suministro adecuado de N.

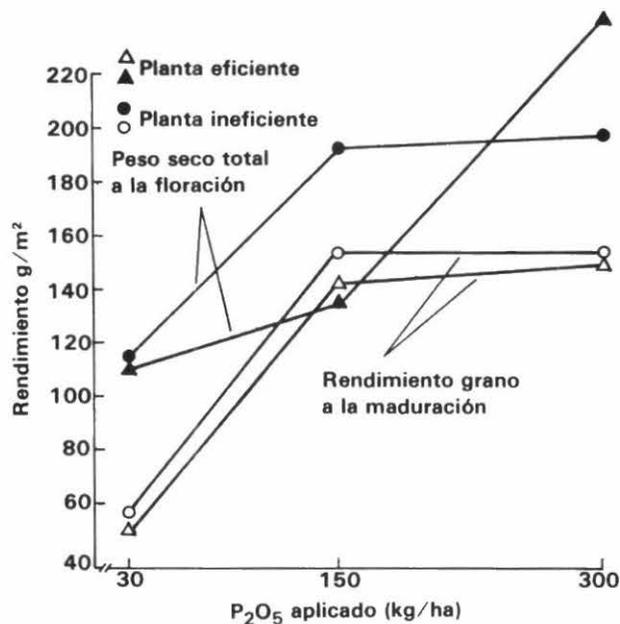


Figura 13. Curvas de respuesta de frijoles eficientes e ineficientes a distintos niveles de P aplicado, con suministro limitado de N.

El nivel de estrés de Al utilizado en las parcelas experimentales el año pasado resultó demasiado alto (80%), y solamente unos pocos materiales produjeron semilla a pesar de que el P del suelo era adecuado. Este año el nivel de estrés de saturación de Al utilizado fue de 65% (800 kg  $CaCO_3$ /ha al voleo). La tasa de saturación de 65% de Al es alta para el frijol, pero debido al alto contenido de materia orgánica en el suelo de CIAT-Quilichao se puede cultivar frijol allí. El alto contenido de materia orgánica y la aplicación de 800 kg de  $CaCO_3$ /ha redujeron el contenido de Mn por debajo de los niveles tóxicos en tanto que el pH del suelo no cambió significativamente.

La disminución en saturación de Al de 65% a 5% con el aumento de la proporción de encalamiento es casi lineal (Figura 14). Los rendimientos también aumentaron linealmente con las tasas de encalamiento. Por encima del 65% de saturación de Al los rendimientos resultaron altamente variables debido a las dificultades en aplicar cal uniformemente en el campo. En general los rendimientos resultaron altos este año debido a las condiciones climáticas favorables y al P residual acumulado en el suelo después de tres estaciones consecutivas de cultivo.

**Resultados de evaluaciones.** Las evaluaciones en el campo por tolerancia a Al y Mn altos y bajo P indicaron que de 188 materiales solamente 49 resultaron tolerantes al bajo P en el suelo, y 35 a suelos moderadamente ácidos. Los 10 mejores materiales se enumeran en los Cuadros 9 y 10.

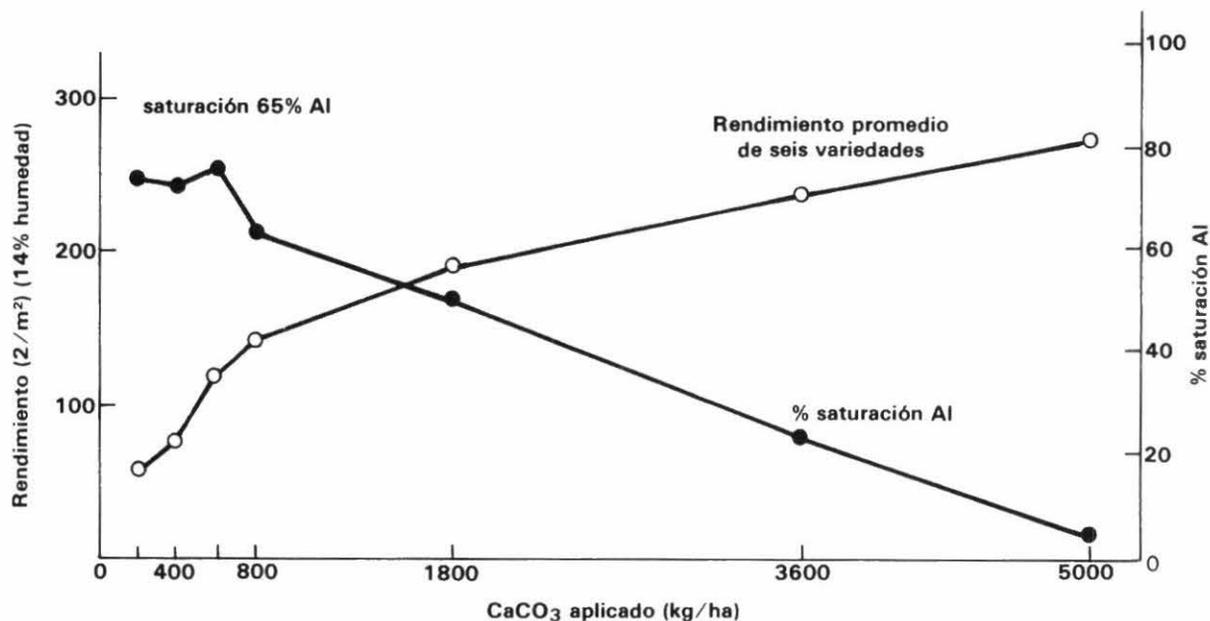


Figura 14. Efecto de la saturación de Al durante el período de floración en los rendimientos (promedio de 12 variedades) en el CIAT-Quilichao, 1979 A (CV=22%; DMS=39.5, P=0.05).

Cuadro 9. Los diez materiales más eficientes en suelos con bajo P, con saturación del 10% de Al en CIAT-Quilichao, 1979A.

| Material        | Color de semilla | Hábito crecimiento | Rendimiento (kg/ha)                     |  | Coeficiente de eficiencia $\mathcal{L}'$ |
|-----------------|------------------|--------------------|---|--|--|
|                 |                  |                    | 50 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha | 300 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha |  |
| G4682           | Rojo             | II                 | 2151                                    | 2942                                     | 3.2                                      |
| Iguazu = G04120 | Negro            | II                 | 2118                                    | 2811                                     | 2.8                                      |
| G5059           | Crema            | II                 | 1963                                    | 2711                                     | 3.0                                      |
| G5201           | Negro            | I                  | 1937                                    | 2935                                     | 4.0                                      |
| G3800           | Negro            | II                 | 1928                                    | 2549                                     | 2.5                                      |
| BAT 51          | Negro            | II                 | 1899                                    | 2530                                     | 2.5                                      |
| BAT 27          | Rojo             | III                | 1836                                    | 2783                                     | 3.8                                      |
| BAT 57          | Negro            | II                 | 1826                                    | 2566                                     | 3.0                                      |
| BAT 31          | Café-rojizo      | II                 | 1822                                    | 2807                                     | 3.9                                      |
| BAT 26          | Rosado           | III                | 1780                                    | 2751                                     | 3.9                                      |

1 Coeficiente de eficiencia  $\mathcal{L}'$  = 
$$\frac{\text{rendimiento alto P}_2\text{O}_5 - \text{rendimiento bajo P}_2\text{O}_5}{\text{tasa alta P}_2\text{O}_5 - \text{tasa baja P}_2\text{O}_5}$$

Cuadro 10. Los diez materiales más tolerantes a niveles moderados de Al y Mn en el suelo con una saturación del 65% Al en CIAT-Quilichao, 1979A.

| Material           | Color de semilla | Hábito crecimiento | Rendimiento (kg/ha) |             | Coeficiente de eficiencia $\beta'$ |
|--------------------|------------------|--------------------|---------------------|-------------|------------------------------------|
|                    |                  |                    | Sat. 65% Al         | Sat. 10% Al |                                    |
| G5059              | Crema            | II                 | 1203                | 2712        | 25.1                               |
| Iguazu             | Negro            | I                  | 1119                | 2811        | 28.2                               |
| BAT 21             | Blanco           | II                 | 1112                | 2482        | 22.8                               |
| BAT 94             | Café-rosado      | II                 | 1028                | 2403        | 22.9                               |
| BAT 1186           | Café             | II                 | 996                 | 2320        | 22.1                               |
| Rio Tibaji Lote 10 | Negro            | II                 | 994                 | 2611        | 26.9                               |
| G4464              | Negro            | II                 | 963                 | 2294        | 22.1                               |
| G3627              | Negro            | II                 | 950                 | 2503        | 25.9                               |
| BAT 74             | Negro            | II                 | 946                 | 2630        | 28.1                               |
| G3781              |                  | II                 | 943                 | 2377        | 23.9                               |

$$\beta = \frac{\text{rendimiento baja sat. Al} - \text{rendimiento alta sat. Al}}{\% \text{ alta sat. Al} - \% \text{ baja sat. Al}}$$

Veinticuatro de ellos combinan la tolerancia a bajo P y altos niveles de Al y Mn (Cuadro 11). Esto indica que las plantas eficientes y que responden al bajo P no son necesariamente tolerantes a toxicidades moderadas de Al y Mn.

Los materiales de semilla roja necesitaron mayores niveles de fertilidad en el suelo que los de otros colores.

La Figura 15 presenta las correlaciones de rendimiento de los mejores materiales tolerantes a bajo P vs. alto Al y Mn en el suelo. La mayoría de los materiales no presentan ninguna correlación, pero algunos muy conocidos, especialmente aquellos del Brasil, correlacionaron positivamente. Estos se encuentran muy bien adaptados a las condiciones de suelos moderadamente ácidos comunes en el Brasil. Algunas líneas mejoradas del CIAT dieron rendimientos superiores a los niveles moderados de insumos, y en cambio se comportaron tan bien como los materiales brasileños en condiciones adversas.

Los 24 materiales sobresalientes presentaron una correlación positiva entre el rendimiento en condiciones de

estrés y su potencial de rendimiento en condiciones de alta fertilidad (Figuras 16 y 17). Esto comprobó la ventaja de seleccionar solamente los materiales del cuadrante superior derecho (eficiente y responde o tolerante y no responde) en la Figura 18.

El índice de eficiencia del fertilizante adicionado de P ( $\alpha$ ) varió entre semestres debido a las condiciones agroclimáticas y promedió entre 1.11 y 2.41 en 1977B y 1979A, respectivamente. Sin embargo, la clasificación de variedades eficientes o ineficientes permaneció constante aunque los rendimientos promedio en las parcelas bajo estrés resultaron inferiores en el segundo semestre. Solamente unos pocos materiales presentaron resultados inconsistentes (Figura 18).

## Evaluación por Tolerancia a Sequía

Se continuó investigando sobre un procedimiento de evaluación de germoplasma tolerante a la sequía. Noventa y ocho líneas presentaron tolerancia y susceptibilidad a la sequía en el experimento 7816 del año pasado, más 186 líneas de los ensayos de germoplasma y EP evaluadas

Cuadro 11. Materiales mas tolerantes a P bajo en el suelo, así como a niveles moderados de toxicidad de Al y Mn en CIAT-Quilichao durante 1979A.

| Material | Nombre común           | Color de la semilla | Rendimiento (kg/ha) |                |                      |
|----------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------|----------------------|
|          |                        |                     | Parcela control     | Parcela bajo P | Parcela sat. alta Al |
| Iguazu   | -                      | -                   | 2811                | 2119           | 1119                 |
| G5059    | Brazil 349 Mulatinho   |                     | 2712                | 1963           | 1203                 |
| G5201    | Brazil 1074 México 528 | Negro               | 1935                | 1937           | 936                  |
| Carioca  | -                      | Crema moteado café  | 2124                | 1883           | 1274                 |
| BAT 26   | -                      | -                   | 2751                | 1780           | 783                  |
| BAT 28   | -                      | Negro               | 2399                | 1727           | 906                  |
| G4464    | Turrialba 2 N          | Negro               | 2295                | 1658           | 963                  |
| G4000    | Nep 2 Bayo 22          | -                   | 2537                | 1650           | 928                  |
| G3800    | Venezuela 72           | Rojo                | 2279                | 1635           | 894                  |
| BAT 68   | -                      | Negro               | 2699                | 1627           | 747                  |

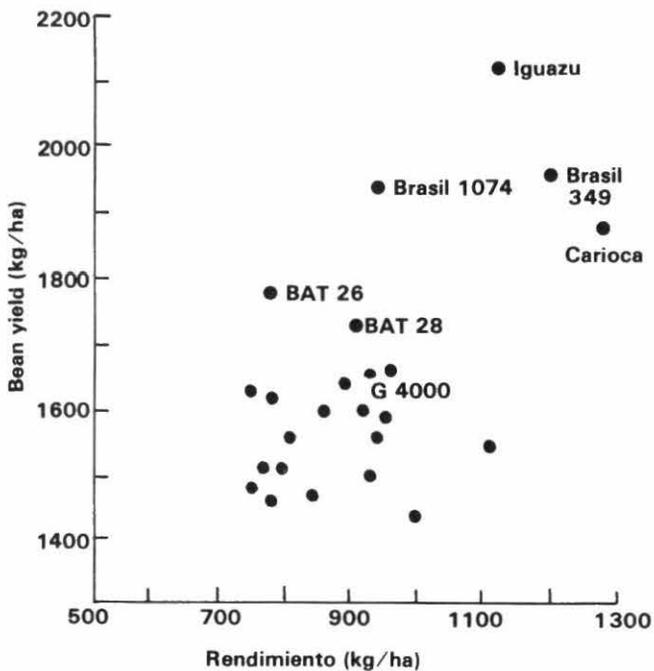


Figura 15. Correlaciones entre rendimientos obtenidos en parcelas con bajo P (50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) y saturación alta de Al (800 kg CaCO<sub>3</sub> equivalente/ha).

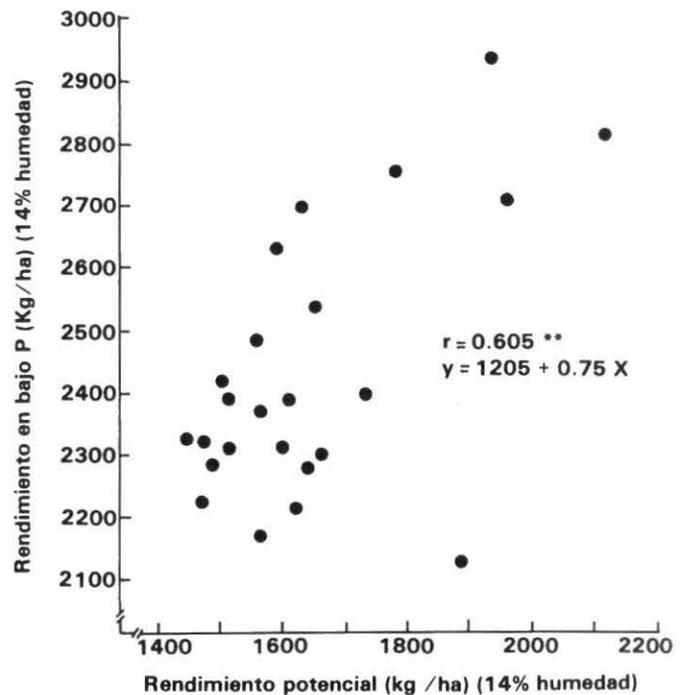


Figura 16. Correlación entre el rendimiento potencial y rendimiento en bajo P en el suelo en CIAT-Quilichao, 1979 A.

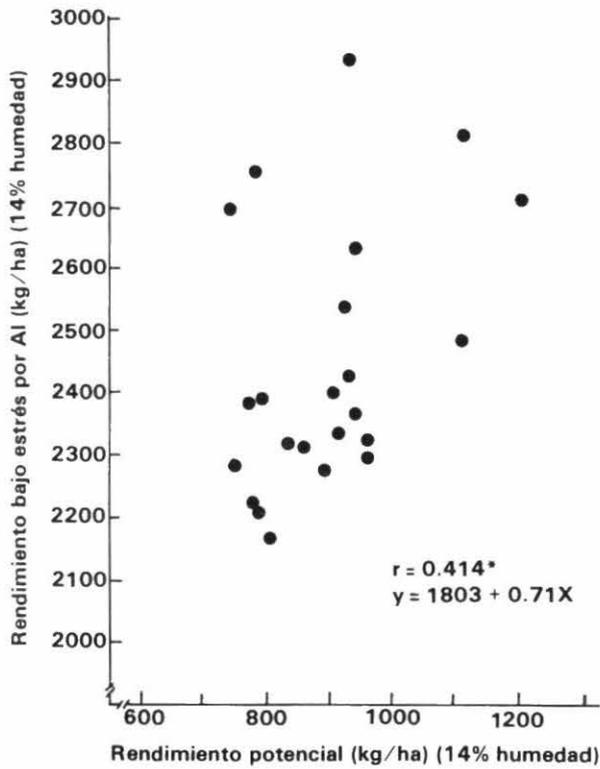


Figura 17. Correlación entre el rendimiento potencial y el rendimiento bajo estrés por AI en CIAT-Quilichao, 1979A.

durante este año en CIAT-Palmira. Mediante una siembra secuencial se logró que todas las líneas iniciaran floración durante el mismo periodo de cuatro días. El riego se suspendió cuatro días antes de la floración, y el tratamiento de sequía continuó durante 2-3 semanas.

Durante el periodo de estrés se determinaron las temperaturas de la cobertura foliar de las parcelas bajo sequía y control usando termometría infrarroja. Se ha demostrado que existe una relación significativa entre la diferencia de temperatura en la cobertura foliar en las parcelas bajo sequía y control con respecto a la resistencia de los estomas y el potencial hídrico de la planta (Informe Anual del CIAT, 1978).

La Figura 19 presenta la disminución en el rendimiento versus la sumatoria de las diferencias en temperatura ( $\Sigma \Delta T^{\circ}C$ ) en el experimento 7910. El número de materiales en cada cuadrante en relación con el número total de los materiales sembrados resultó similar en ambos experimentos. El uso de  $\Sigma \Delta T$  como una técnica primaria de evaluación por tolerancia a la sequía parece ser consistente de estación a estación. El material con baja disminución en el rendimiento y tolerante a la sequía está localizado en el cuadrante inferior de la izquierda. Los materiales que resultaron susceptibles a la deficiencia de

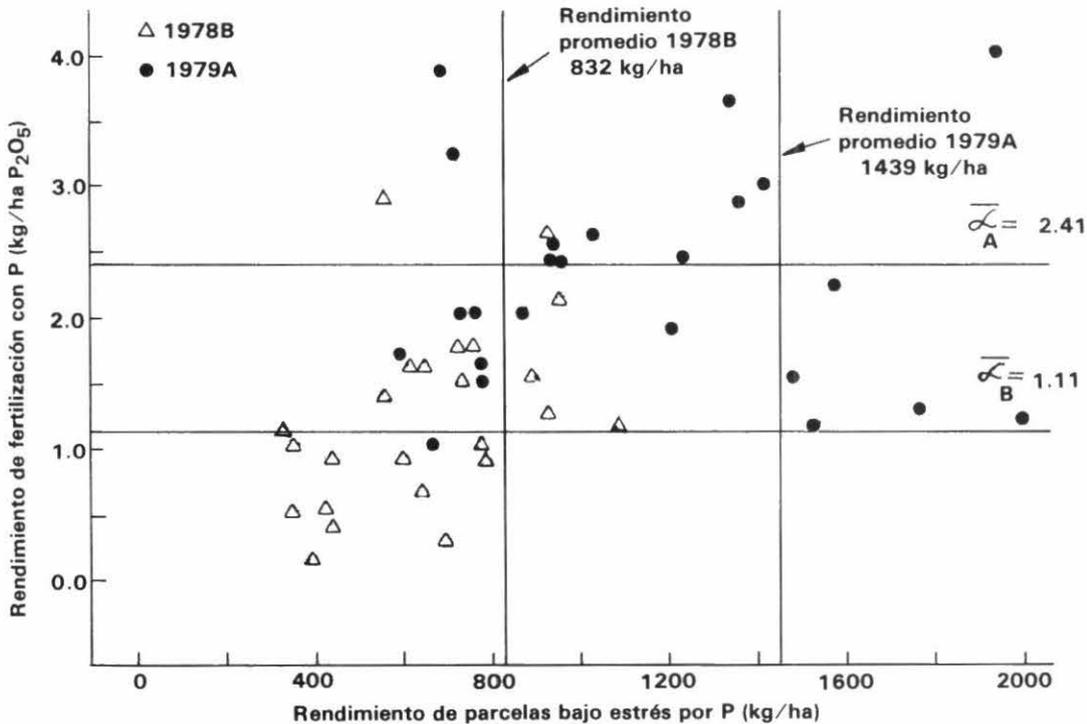


Figura 18. Efecto de distintas estaciones de siembra en los rendimientos del frijol bajo condiciones de estrés por P.

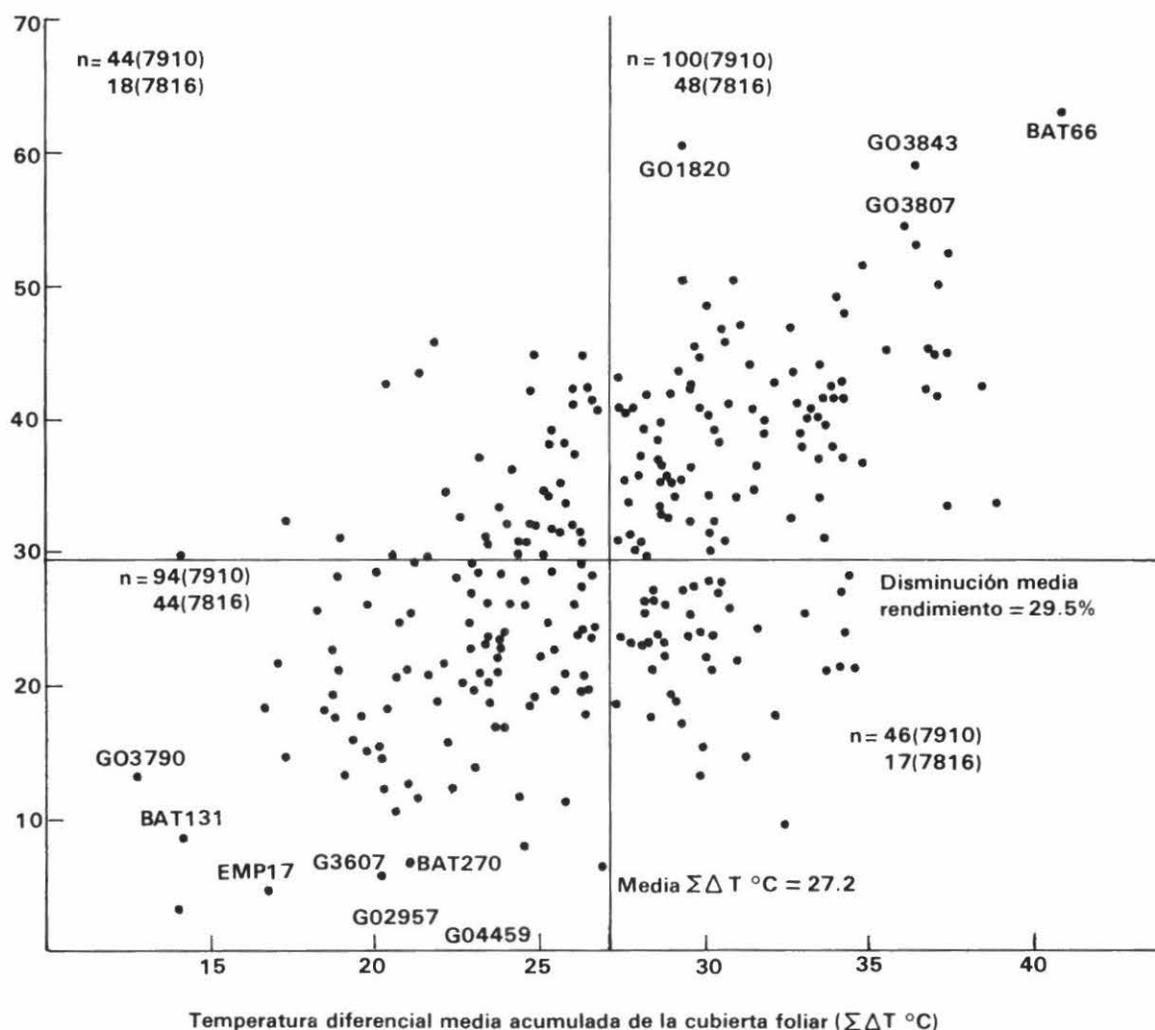


Figura 19. Disminución en el rendimiento debido a la sequía en 282 materiales versus la temperatura diferencial media acumulada de la cubierta foliar (Experimento 7910).

agua, pero a pesar de todo presentaron poca disminución en el rendimiento, están localizados en el cuadrante inferior de la derecha. El material en este cuadrante inferior podría ser utilizado en un programa de mejoramiento debido a su capacidad para producir aún bajo condiciones de gran sequía.

Los resultados obtenidos sobre la disminución en el rendimiento de 98 materiales comunes a ambos experimentos (7816 y 7910) se incluyen en la Figura 20. Los materiales en el cuadrante inferior de la izquierda son aquellos que presentaron una disminución por debajo de la media para ambos experimentos. De las 23 líneas que se encuentran en este cuadrante, 15 también presentaron un índice de estrés bajo en ambos experimentos (Cuadro 12). Las otras ocho líneas que no presentaron este resultado se encontraron

muy cerca al punto medio central (Figura 21). Se requieren más estudios para determinar si la metodología promisorio del  $\Sigma \Delta T$  puede ser utilizada como un procedimiento inicial de evaluación.

## Variabilidad de la Hibridación Interespecífica

### Proyecto CIAT-Universidad de Gembloux

Este proyecto busca obtener, por medio de las hibridaciones interespecíficas, contribuciones útiles de otras especies de *Phaseolus* para alcanzar una mayor diversidad genética dentro de *P. vulgaris*, especialmente en cuanto a la arquitectura de la planta y resistencia a enfermedades e insectos-plaga. Las características que se

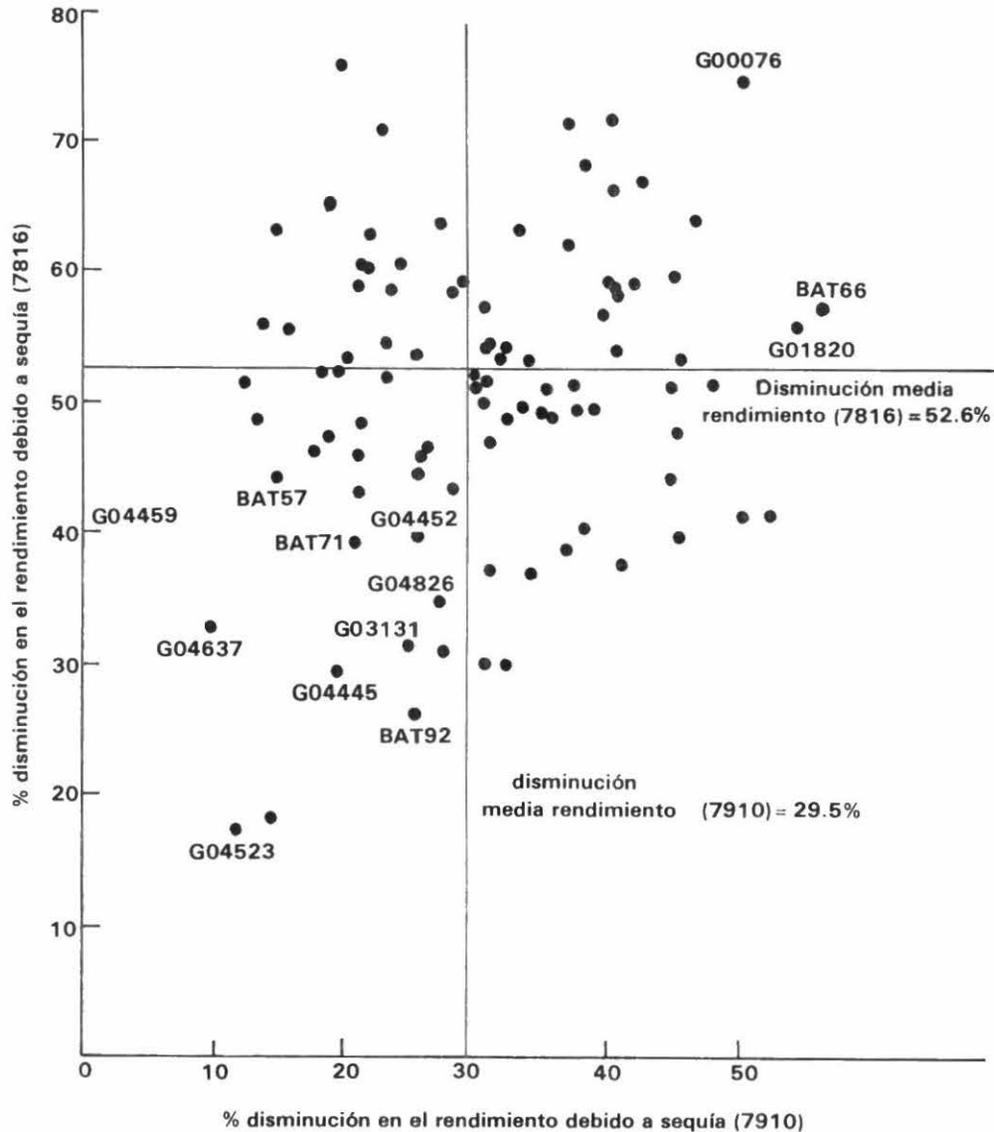


Figura 20. Disminución en el rendimiento en materiales comunes a los experimentos 7816 y 7910.

buscan son: a) elementos de arquitectura de la planta tales como menor aborto de flores y vainas, mecanismo de polinización cruzada, resistencia al volcamiento, hipocotilo y epicotilo largos, y racimos con pedúnculo largo con más de cuatro inserciones de vainas y dos o más vainas por inserción; b) tolerancia a la sequía y a bajos niveles de P; y c) resistencia al añublo bacterial común (*Xanthomonas phaseoli*), saltahojas (*Empoasca kraemeri*), mancha de *Ascochyta* y al virus del mosaico dorado del frijol.

Estudios previos sobre la taxonomía y compatibilidad interespecífica de cruzamiento indicaron que *P. coccineus* y *P. acutifolius* son las dos especies más estrechamente

relacionadas con *P. vulgaris*. El *P. acutifolius* puede ser de interés por su resistencia al añublo bacterial y saltahojas y la tolerancia a la sequía. Muchos inconvenientes, especialmente relacionados con la fertilidad, dificultan el cruzamiento de esta especie con *P. vulgaris*. En la Universidad de Gembloux se estudia la restauración de la fertilidad en las progenies de estos cruzamientos. Diversas combinaciones de genotipos progenitores han producido plantas F<sub>1</sub> sin cultivo de embriones. Sin embargo, a pesar de los numerosos retrocruzamientos, estas plantas han permanecido hasta ahora estériles. Entre los planes futuros está el uso de otras accesiones de *P. acutifolius*, cultivo de embriones, y el doblamiento de cromosomas con colchicina.

Cuadro 12. Disminución en el rendimiento y temperatura diferencial acumulada ( $\Sigma\Delta T$  °C) de los materiales más tolerantes a la sequía (disminución en los rendimientos por debajo de la media) en los experimentos 7816 y 7910.

| Material             | Disminución rendimiento (%) |      |      | Control rendimiento (ton/ha) |      | $\Sigma\Delta$ °C <sup>1</sup> |      |
|----------------------|-----------------------------|------|------|------------------------------|------|--------------------------------|------|
|                      | Media                       | 7816 | 7910 | 7816                         | 7910 | 7816                           | 7910 |
| GO4523* <sup>2</sup> | 14                          | 17   | 12   | 3.46                         | 2.86 | 46                             | 24   |
| GO4459*              | 20                          | 41   | 0    | 3.44                         | 2.38 | 59                             | 22   |
| GO4637               | 21                          | 33   | 10   | 4.00                         | 2.47 | 79                             | 33   |
| GO4445*              | 25                          | 30   | 20   | 2.77                         | 2.67 | 75                             | 26   |
| BAT 92               | 26                          | 26   | 26   | 3.60                         | 2.31 | 54                             | 28   |
| GO3131*              | 26                          | 31   | 21   | 3.72                         | 2.80 | 45                             | 25   |
| BAT 57               | 30                          | 44   | 15   | 4.13                         | 2.56 | 75                             | 31   |
| BAT 71*              | 30                          | 39   | 21   | 3.78                         | 2.79 | 62                             | 26   |
| GO3790               | 31                          | 49   | 14   | 3.37                         | 2.37 | 87                             | 13   |
| BAT 81*              | 32                          | 51   | 13   | 4.30                         | 2.02 | 63                             | 21   |
| BAT 70*              | 32                          | 43   | 21   | 4.67                         | 3.15 | 45                             | 19   |
| GO4452*              | 33                          | 40   | 26   | 2.66                         | 1.97 | 75                             | 27   |
| BAT 100*             | 33                          | 48   | 19   | 3.87                         | 2.81 | 60                             | 24   |
| GO4525               | 33                          | 46   | 21   | 3.86                         | 2.91 | 71                             | 29   |
| BAT 114*             | 35                          | 48   | 21   | 3.76                         | 2.80 | 71                             | 21   |
| GO1401*              | 35                          | 45   | 26   | 3.30                         | 1.71 | 57                             | 15   |
| BAT 16*              | 35                          | 52   | 19   | 3.93                         | 2.65 | 75                             | 21   |
| GO4446               | 36                          | 43   | 28   | 4.23                         | 3.30 | 77                             | 34   |
| BAT 115*             | 36                          | 46   | 26   | 4.34                         | 3.08 | 43                             | 27   |
| GO2006               | 36                          | 46   | 26   | 3.34                         | 3.09 | 83                             | 24   |
| BAT 85*              | 36                          | 52   | 20   | 4.09                         | 3.20 | 73                             | 26   |
| GO5201*              | 38                          | 52   | 23   | 4.08                         | 2.89 | 75                             | 23   |

1 Veintitrés lecturas del 7816 y siete del 7910 durante los períodos de sequía.

2 \* = líneas con disminución en el rendimiento y  $\Sigma\Delta T$  por debajo de las medias de los experimentos 7816 y 7910.

*P. coccineus*, la especie más cercana a *P. vulgaris*, es de mucho interés por las características de arquitectura que presenta la planta, tales como un epicotilo largo, inflorescencias con un pedúnculo largo y gran número de inserciones de flores, mecanismo de polinización cruzada y otras, como su buena resistencia al virus del mosaico común (BCMV), virus del mosaico amarillo (BYMV), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), mancha de Ascochyta, añublo de halo (*Pseudomonas phaseolicola*) mancha parda (*Pseudomonas syringae*), y moscas del frijol (*Ophiomyia* sp.). Se han definido cuatro subespecies de *P. coccineus*, a saber: *coccineus*, *obvallatus*, *formosus* y *polyanthus*, ésta última intermedia taxonómicamente entre *P. vulgaris* y *P. coccineus* subsp. *coccineus*.

*P. coccineus* se puede cruzar con facilidad con *P. vulgaris*, y las dificultades generalmente encontradas con los cruzamientos interespecíficos se pueden solucionar. Dos de ellos se discutirán, a saber, viabilidad y fertilidad de la generación F<sub>1</sub>.

Varios cruzamientos entre *P. vulgaris* y *P. coccineus* subsp. *coccineus* produjeron diversos tipos de plantas con características letales, semiletales y enanas deformadas (Cuadro 13). Ninguno de los cruzamientos entre *P. vulgaris* y *P. coccineus* subsp. *polyanthus* presentó plantas con estas anomalías.

La F<sub>1</sub> de estos híbridos interespecíficos también se caracterizó por baja fertilidad. En casa de malla el número de semillas por planta producidas en un período de cuatro meses varió de 3 a 136, dependiendo de la combinación de los genotipos progenitores. Autopolinizaciones manuales (sacudiendo ligeramente las flores para que el polen entre en contacto con el estigma) aumentaron significativamente el número de semillas producidas, aunque la eficiencia se consideró baja debido a la fertilidad reducida de estos híbridos. La fertilidad de los cruzamientos *P. vulgaris* x *P. coccineus* subsp. *polyanthus* resultó marcadamente superior a la del cruzamiento de *P. vulgaris* x *P. coccineus* subsp. *coccineus* (Cuadro 14).

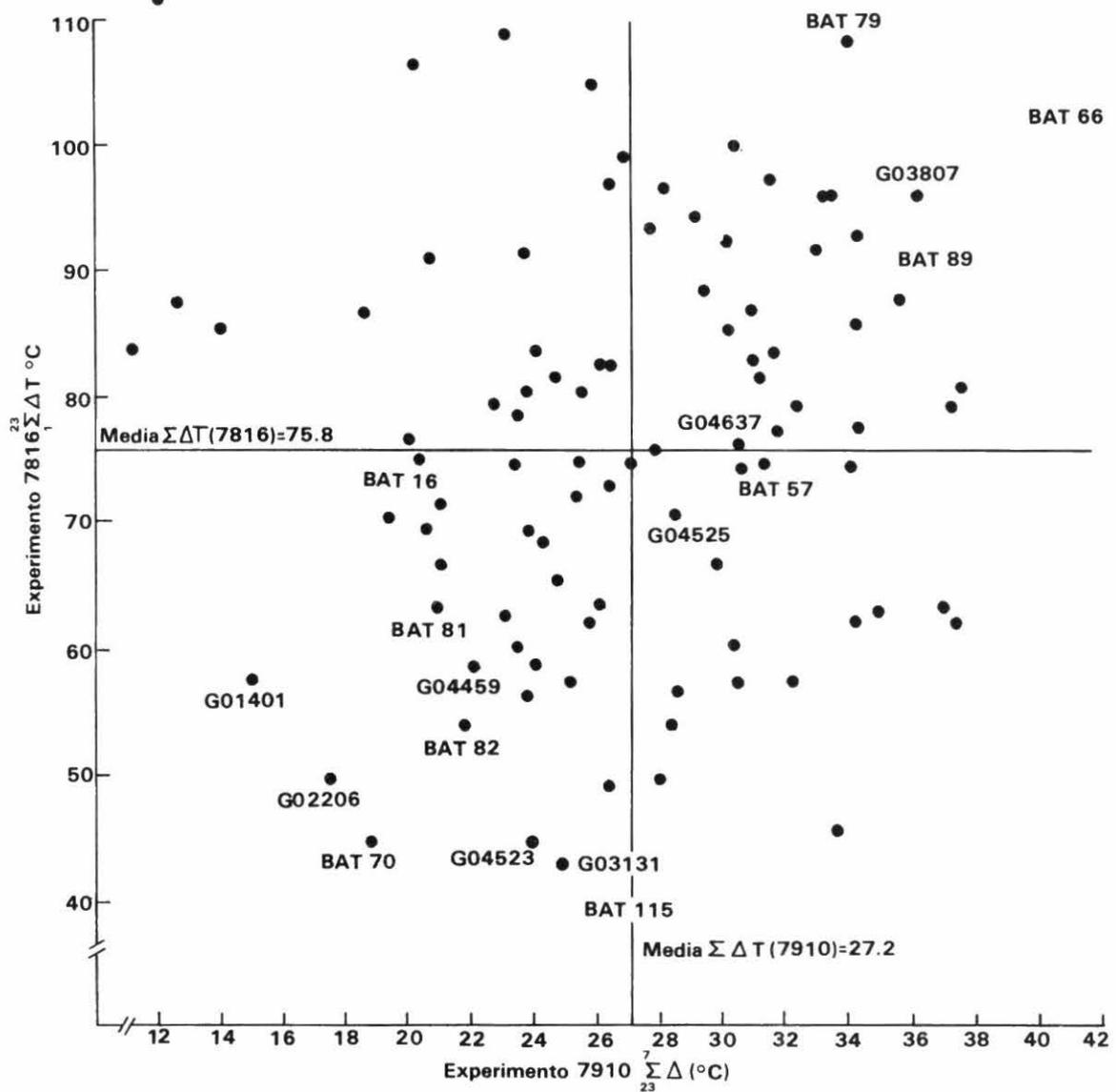


Figura 21. Temperatura diferencial acumulada de materiales comunes en los experimentos 7816 y 7910.

Cuadro 13. Viabilidad en la  $F_1$  de P. vulgaris x P. coccineus subsp. coccineus y P. vulgaris x P. coccineus subsp. polyanthus.

| Cruzamiento interespecífico                                       | Combinación progenitora probada | Tipos de plantas obtenidas |            |            |        |
|---|---------------------------------|----------------------------|------------|------------|--------|
|   |                                 | Letal                      | Semi-letal | Deformadas | Normal |
| <u>P. vulgaris</u> x <u>P. coccineus</u> subsp. <u>coccineus</u>  | 52                              | 5                          | 4          | 8          | 35     |
| <u>P. vulgaris</u> x <u>P. coccineus</u> subsp. <u>polyanthus</u> | 16                              | -                          | -          | -          | 16     |

Cuadro 14. Fertilidad observada en la F<sub>1</sub> de *P. vulgaris* x *P. coccineus* subsp. *coccineus* y *P. vulgaris* x *P. coccineus* subsp. *polyanthus*. (Los resultados corresponden a un período de cosecha de cuatro meses.)<sup>1</sup>

| Cruzamiento<br>interespecífico                                    | Semillas por planta      |                         | Tasa de éxito de<br>autopolinizaciones<br>manuales | Semilla por vaina |
|---|--------------------------|-------------------------|--|-------------------|
|   | Autopolinización natural | Autopolinización manual |  |                   |
| <i>P. vulgaris</i> x <i>P. coccineus</i> subsp. <i>coccineus</i>  |                          |                         |  |                   |
| NI 161 x NI 191   | 0                        | 3                       | 5  | 1.0               |
| Línea 17 x NI 2   | 2                        | 12                      | 8  | 1.2               |
| NI 161 x NI 229   | 3                        | 27                      | 12   | 1.1               |
| G2047 x G35160  | 12                       | 4                       | 22   | 1.3               |
| Nep 2 x NI 132  | 5                        | 28                      | 28   | 1.4               |
| Average   | 4                        | 18                      | 13   | 1.2               |
| <i>P. vulgaris</i> x <i>P. coccineus</i> subsp. <i>polyanthus</i> |                          |                         |  |                   |
| NI 161 x NI 520   | 23                       | 8                       | 19   | 1.2               |
| G159 x NI 490   | 29                       | 21                      | 15   | 1.2               |
| ICA-Pijao x NI 490  | 53                       | 32                      | 14   | 1.2               |
| G2047 x NI 520  | 120                      | 16                      | 40   | 2.0               |
| Average   | 68                       | 32                      | 19   | 1.3               |

<sup>1</sup> Ensayo en casa de anjeo.

Los retrocruzamientos pueden restaurar la fertilidad en las combinaciones estériles, si se compara el aumento en la fertilidad de las progenies retrocruzadas con las progenies producidas por autopolinizaciones (Cuadro 15). Los retrocruzamientos, sin embargo, aumentan los cambios hacia el padre *P. vulgaris* y, por tanto, crece la posibilidad de perder algunas características útiles de *P. coccineus*.

La F<sub>2</sub> presenta una segregación muy importante, especialmente por la viabilidad y fertilidad. En esta generación se pudieron seleccionar plantas con buen vigor y razonable fertilidad, especialmente en el cruzamiento de *P. vulgaris* x *P. coccineus* subsp. *polyanthus*. Las progenies de estas plantas han sido incluidas para su evaluación en varios viveros del Programa de Fríjol.

Entre la variabilidad promisoriosa encontrada se pueden mencionar:

- Tallo lignificado: el híbrido de tres vías (*P. vulgaris* x *P. coccineus*) x (*P. polyanthus*) presentó un tallo principal lignificado, el cual puede proporcionar resistencia adicional al volcamiento.

- Alto número de vainas por racimo: se seleccionó una planta que produjo racimos hasta de 12 vainas. Esta planta resultó de un cruzamiento entre *P. vulgaris* silvestre y *P. coccineus* subsp. *polyanthus*, retrocruzada al *P. vulgaris* silvestre, y combinó el reducido número de abortos de flores y vainas de éste y el mayor número de inserciones de *P. coccineus* subsp. *polyanthus*.

Estos materiales están siendo evaluados para ser utilizados en el mejoramiento varietal del Programa de Fríjol.

Se harán posteriores evaluaciones de accesiones de *P. vulgaris* silvestre y *P. coccineus* subsp. *polyanthus*, teniendo en cuenta que estos materiales se pueden cruzar con mayor facilidad con los *P. vulgaris* cultivados. El aumento de semilla de *P. coccineus* subsp. *polyanthus* necesitará estudio preliminar puesto que produce un alto grado de polinización cruzada. La viabilidad y restauración de la fertilidad y posteriores evaluaciones de las selecciones de los cruzamientos con las accesiones de *P. coccineus* serán realizadas.

Cuadro 15. Efecto del retrocruzamiento sobre la fertilidad en cruzamientos interespecíficos entre *P. vulgaris* y *P. coccineus* (para un período de cosecha de dos meses).<sup>1</sup>

| Cruzamientos y retrocruzamientos                                  | Semillas por planta | Semillas por vaina |
|---|---------------------|--------------------|
| <i>P. vulgaris</i> x <i>P. coccineus</i> subsp. <i>coccineus</i>  |                     |                    |
| NI 161 x NI 2: F <sub>1</sub>                                     | 25                  | 1.3                |
| NI 161 x NI 2: F <sub>2</sub>                                     | 3                   | 1.2                |
| (NI 161 x NI 2) x NI 161: BC <sub>1</sub> F <sub>1</sub>          | 65                  | 2.1                |
| <i>P. vulgaris</i> x <i>P. coccineus</i> subsp. <i>polyanthus</i> |                     |                    |
| NI 568 x NI 490: F <sub>2</sub>                                   | 72                  | 2.3                |
| (NI 568 x NI 490) x NI 568: BC <sub>1</sub> F <sub>1</sub>        | 274                 | 3.3                |

<sup>1</sup> Ensayo de campo.

## Respuesta al Fotoperíodo

El método actual de evaluación utilizado para determinar la respuesta al fotoperíodo se discutió en el Informe Anual del CIAT de 1977 (página B-36). El Cuadro 16 presenta un resumen de la respuesta de 174 líneas avanzadas y mejoradas en el estado EP del proceso de mejoramiento. Aunque el fotoperíodo no se utilizó como un criterio estricto de selección durante el estado EP de 1979, es interesante observar que la proporción total en cada clase de respuesta al fotoperíodo en este año es similar a la distribución observada para la colección de germoplasma de frijol. Un aumento en la proporción de las líneas sensibles ocurrió en el EP 1979, comparado con los EP 1977-78.

## Capacidad de Fijación de Nitrógeno

**Evaluación de líneas mejoradas.** Las líneas avanzadas mejoradas del CIAT se evaluaron en su habilidad de fijar N e identificar los genes que eliminan la fijación de N. Cien líneas del ensayo del VEF de 1978 se cultivaron en CIAT-Quilichao, en un suelo hecho deficiente en N mediante la adición de mazorca molida de maíz. El desarrollo de nódulos se midió de manera temprana en el ciclo de crecimiento y se tomó el rendimiento como una expresión de la tasa estacional de fijación de N<sub>2</sub>. Las variedades variaron ampliamente tanto en nodulación como en rendimiento (Figura 22), con algunas de ellas rindiendo más de 3 ton/ha. Varios de estos materiales, entre ellos el promotor BAT 76, han sido incluidos en el IBYAN de 1980. Una modificación de este método será utilizada para evaluar todas las líneas en los ensayos futuros de EP.

## Factores Nutricionales y de Calidad

Los factores de calidad del frijol incluyen tanto su valor nutritivo como su aceptación por parte del consumidor. La evaluación por calidad del frijol hace parte de los esquemas de evaluación del Programa de Frijol y comprende básicamente siete factores normalmente utilizados en el Laboratorio de Nutrición y Calidad de Alimentos del CIAT, a saber: contenido de proteína, absorción de agua, períodos de cocción, espesor del caldo, sabor, capacidad de almacenamiento y aceptabilidad generalizada por parte del consumidor.

**Contenido de proteínas.** Los contenidos de proteína de 132 líneas avanzadas, evaluadas durante este año, variaron de 23 a 31%. Los más altos contenidos no correlacionaron necesariamente con bajos rendimientos, o viceversa; aproximadamente un tercio de las líneas con alto contenido de proteína (28-31%) presentaron mayores rendimientos que el promedio producido por las líneas con bajo contenido (23-25%) durante 1979A. Esto quiere decir que se puede hacer selección por altos rendimientos de proteína dentro de estas líneas avanzadas. El 35% de estas líneas avanzadas tiene un contenido de proteína superior al 28%. La digestibilidad (proteína disponible) y la calidad de la proteína (balance de amino ácidos con azufre) serán estudiadas en el futuro.

**Absorción de agua.** Este factor mide la expansión del frijol y por tanto su apariencia y suavidad cuando cocido.

Cuadro 16. Resultados de evaluación por fotoperíodo de líneas mejoradas avanzadas (estado EP) en CIAT-Palmira comparados con la distribución de sensibilidad al fotoperíodo en germoplasma previamente evaluado.

| Hábito de crecimiento                             | Clasificación de la respuesta al fotoperíodo <sup>1</sup> |            |            |            |            | Total        |
|---|---|------------|------------|------------|------------|--------------|
|   | < 4   | 4-10       | 11-20      | 21-30      | > 30       |              |
| I   | 42 <sup>2</sup><br>(57)                                   | 2<br>(29)  | 1<br>(14)  | -          | -          | 45<br>(100)  |
| II  | 62<br>(51)  | 8<br>(7)   | 26<br>(21) | 13<br>(11) | 13<br>(11) | 122<br>(100) |
| III   | 10<br>(22)  | 2<br>(4)   | 14<br>(31) | 16<br>(36) | 3<br>(7)   | 45<br>(100)  |
| Total   | 76<br>(44)  | 12<br>(7)  | 41<br>(24) | 29<br>(17) | 16<br>(9)  | 174<br>(100) |
| Distribución en<br>EP 78 + EP 77                  | 248<br>(70)   | 34<br>(10) | 59<br>(17) | 7<br>(2)   | 5<br>(1)   | 353<br>(100) |
| Distribución en la<br>colección de<br>germoplasma | (41)  | (12)       | (23)       | (12)       | (12)       | (100)        |

- 1 Demora en la floración en días de 18 horas comparada con la longitud normal del día de 12 horas y 20 min.
- 2 Los resultados indican el número de materiales en cada clase según el hábito de crecimiento y el porcentaje correspondiente entre paréntesis.

Las pruebas estándar de absorción se hacen en un período de cuatro horas en agua que contiene 1% (peso/volumen) de cloruro de sodio y bicarbonato de sodio. Este período de remojo resulta en periodos subsiguientes de cocción iguales a los de períodos largos de remojo. Las sales no alteran la cantidad de absorción de agua pero disminuyen el período de cocción en casi un 50%, aspecto muy práctico en los hogares donde el combustible es escaso y costoso. Para un grupo de 10 líneas avanzadas el coeficiente de correlación entre la absorción de agua y el período de cocción resultó en -0.64 con frijol recién cosechado y -0.66 para frijol almacenado a 40°C durante 25 días. Esto implica una correlación relativamente estrecha entre estos dos factores; los frijoles que absorben agua rápidamente tienden a cocinarse más rápidamente.

**Período de cocción.** Se ha desarrollado un método estándar de evaluación que permite analizar 50 muestras por semana. Esta prueba consiste en el cocimiento de 10-20 g de frijol en agua hirviendo (después de remojados en una solución salina y lavados con agua). Cada cinco minutos se

toman 10 semillas de la vasija de cocción y se prueban en la boca por textura (dureza) y sabor. El momento en el cual todos los frijoles probados se consideran completamente cocidos se toma como el período de cocción. Esta rápida prueba provino de pruebas más completas de medición de textura del frijol con un penetrómetro cónico durante el remojo y cocción (Figura 23). Se considera la prueba con la boca como un método más preciso que la misma máquina en la detección de los mínimos cambios texturales que ocurren cuando el frijol pasa de parcial a completamente cocido.

Se han realizado más de 500 pruebas de cocción en las líneas de frijol del CIAT. En 154 líneas del EP de 1979 el período de cocción varió de 25 a 80 minutos. Tanto los factores genéticos como las condiciones de almacenamiento influyeron significativamente en el período de cocción.

**Espesor del caldo.** Una característica del frijol que influye fuertemente en la preferencia del consumidor y por tanto en su mercadeo es la consistencia del caldo después de cocido. Un caldo espeso es el mejor, y tales frijoles pueden

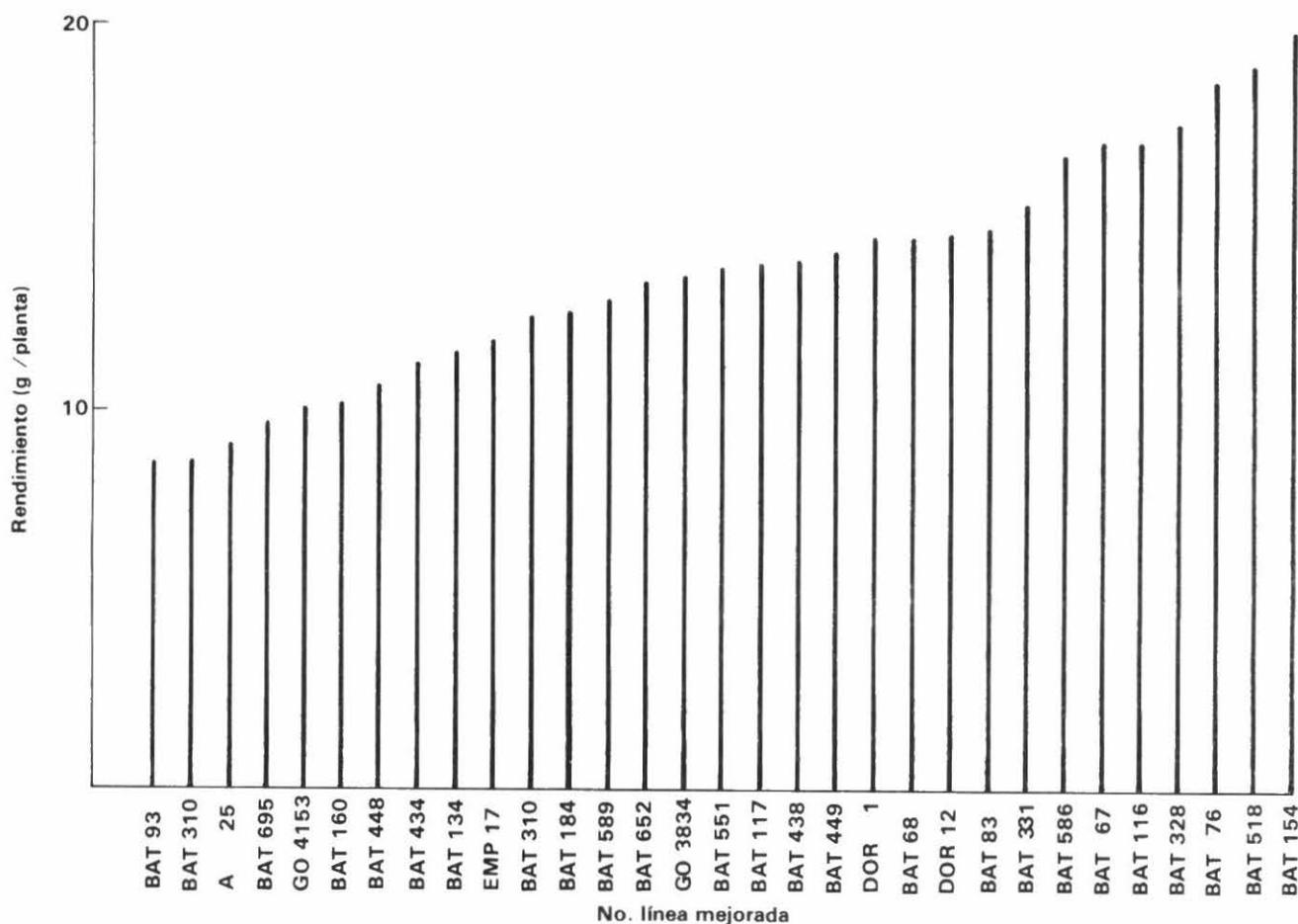


Figura 22. Rendimiento de líneas seleccionadas del ensayo de VEF de 1978 en condiciones limitantes de N en CIAT-Quilichao.

obtener los precios más altos. En el Brasil los frijoles que producen un buen caldo tienen un precio superior en 35% comparado con el 11% por el valor promedio de frijoles no negros<sup>1</sup>. La medición del espesor del caldo se basa en el peso de los sólidos suspendidos en el medio de cocción. Se toma una proporción conocida del caldo cocido y se evapora hasta secarla a calor bajo. Los resultados se expresan como porcentaje del peso fresco de la muestra de frijol antes del remojo y la cocción. Para las líneas del EP de 1979 evaluadas (154 materiales) los valores de caldo variaron de 3.5% (caldo muy ligero, inaceptable) a 25% (espeso, muy aceptable); aproximadamente la mitad de las líneas se consideraron aceptables en este aspecto. El período de cocción no correlacionó mucho con el espesor del caldo por razones que serán investigadas en el futuro.

<sup>1</sup> J.H. Sanders y G.N. Niedeti, "A Situação do Feijão (*Phaseolus vulgaris* e *vigna*) no Brasil (cóm algumas sugestões para a política)" CIAT, Cali, Colombia, Abril 1979.

**Sabor.** Esta característica es algo subjetiva y probablemente cambia de región a región. Sin embargo, en pruebas de sabor realizadas con personal del CIAT se han podido diferenciar consistentemente frijoles con buen sabor o sabor pobre. Se cree que las clasificaciones principales de sabor así logradas servirán como indicadoras de la mayoría de los consumidores de frijol. Se debe anotar que muchos de ellos asocian ciertos colores de las semillas con el sabor del frijol.

**Almacenamiento y dureza de la corteza de la semilla.** Hace mucho tiempo se sabe que el almacenamiento deficiente produce dureza en la corteza de las semillas de frijol. Una prueba de almacenamiento de cerca de 1.5 año, en condiciones controladas de humedad y temperatura de la semilla, demostró que los frijoles secos almacenados a una temperatura relativamente alta (26°C) desarrollan una corteza gruesa, y requieren, por tanto, un mayor período de

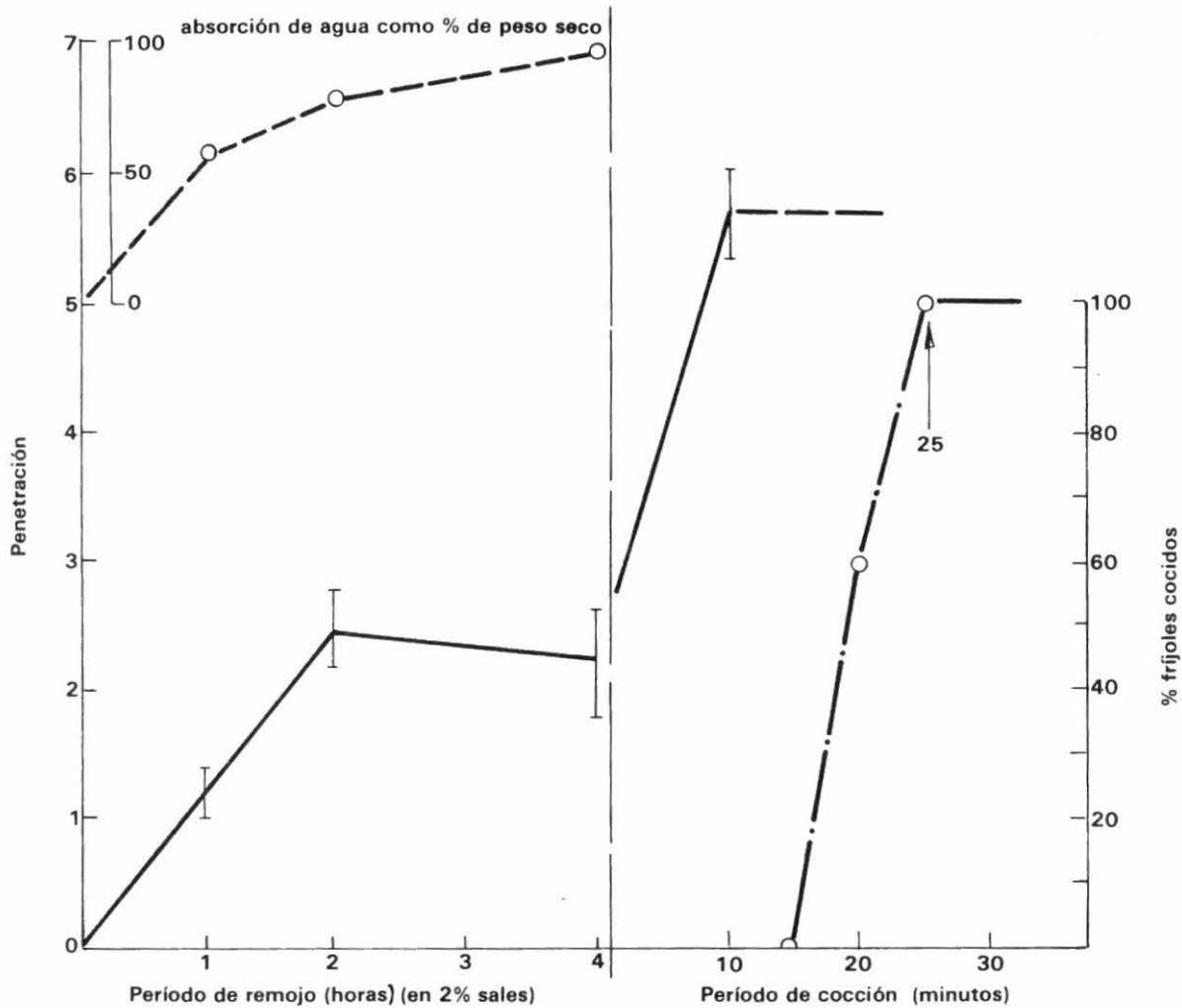


Figura 23. Resultados de pruebas de cocción de frijol con un penetrómetro cónico.

cocción que los frijoles con mayor contenido de humedad almacenados a temperaturas relativamente bajas ( $12^{\circ}\text{C}$ ) (Figura 24). Los resultados con una variedad roja y una negra presentan tendencias similares. Después de un prolongado almacenamiento como el ensayado, los frijoles tienden a presentar un período de cocción similar (posiblemente máximo), el cual parece derivarse de dependencia varietal.

El período para tales pruebas de almacenamiento se puede reducir considerablemente empleando pruebas aceleradas a  $40^{\circ}\text{C}$  en bolsas selladas para mantener una humedad constante en la semilla. De 10 líneas EP evaluadas dos desarrollaron su máximo período de cocción a los 25 días, mientras que tres líneas necesitaron más de 50 días. Cinco líneas resultaron intermedias en su comportamiento. Esta sencilla prueba parece ser suficiente para identificar las líneas de frijol con buenas propiedades de almacenamiento, pero necesita pruebas adicionales.

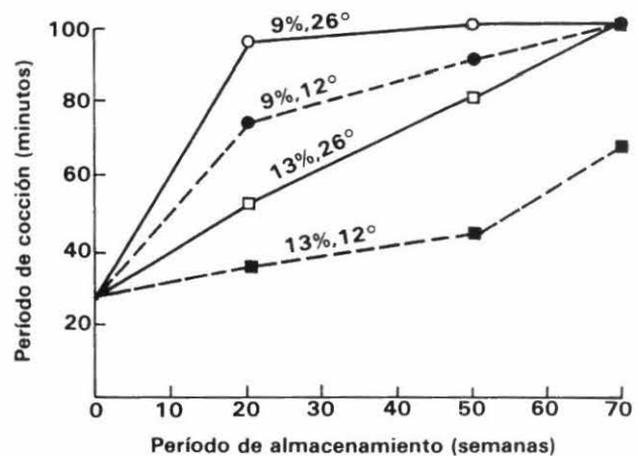


Figura 24. Efecto del almacenamiento en el período de cocción de frijoles de la variedad Diacol Calima.

El tratamiento con aceite para controlar la infestación de gorgojos influye en las posteriores propiedades de cocción del frijol. El tratamiento con aceite de maíz o soya (alrededor de 5 ml/kg de frijol) aumentó la absorción de agua de los frijoles durante el remojo. El período de cocción en 6 de 9 líneas evaluadas aumentó, pero solamente en 10 minutos aproximadamente. En 5 de las 9 líneas el espesor del caldo aumentó. Parece que al menos para algunas variedades de frijol el tratamiento con aceite tiene efectos benéficos además de controlar los insectos.

**Aceptabilidad general del consumidor.** Este factor se ha estudiado mediante el suministro de las nuevas líneas del CIAT a consumidores en condiciones controladas y reproducibles. Las pruebas de sabor se administran a 16-18 personas que reciben dos muestras de frijol preparadas como platos típicamente colombianos, empleando varias recetas. Se les solicita que comparen una muestra con la otra, calificándolas por sabor, apariencia, textura, y aceptabilidad general. Así se ha hecho una completa evaluación de consumidor a las 30 líneas seleccionadas del grupo EP de 1979.

Tres características determinan los precios del frijol, a saber: color de la semilla, tamaño y espesor del caldo. En la mayoría de los países, excepto Venezuela, Cuba, Guatemala, y algunas partes de México, existe un descuento sustancial en el precio para las semillas de color negro. El tamaño de la semilla es con frecuencia un requisito específico de aceptabilidad para el consumidor, recibiendo las semillas grandes un precio extra. Finalmente, ciertos frijoles son conocidos por producir un caldo mejor o más espeso y por tanto se venden a mayor precio.

Colombia es un caso interesante para evaluar los cambios que ocurren en las preferencias del consumidor a través del tiempo. Cuando ocurrió el repentino cierre de las exportaciones al mercado de Venezuela, se adquirió gran cantidad de frijoles negros en el Valle del Cauca. Este frijol tradicionalmente no ha sido consumido en Colombia. Desde febrero de 1977 hasta el presente el Programa de Frijol ha estado obteniendo información semanal sobre los precios de frijol por variedad en el país. Según ellos, el precio del frijol negro aumentó de un poco menos de \$8

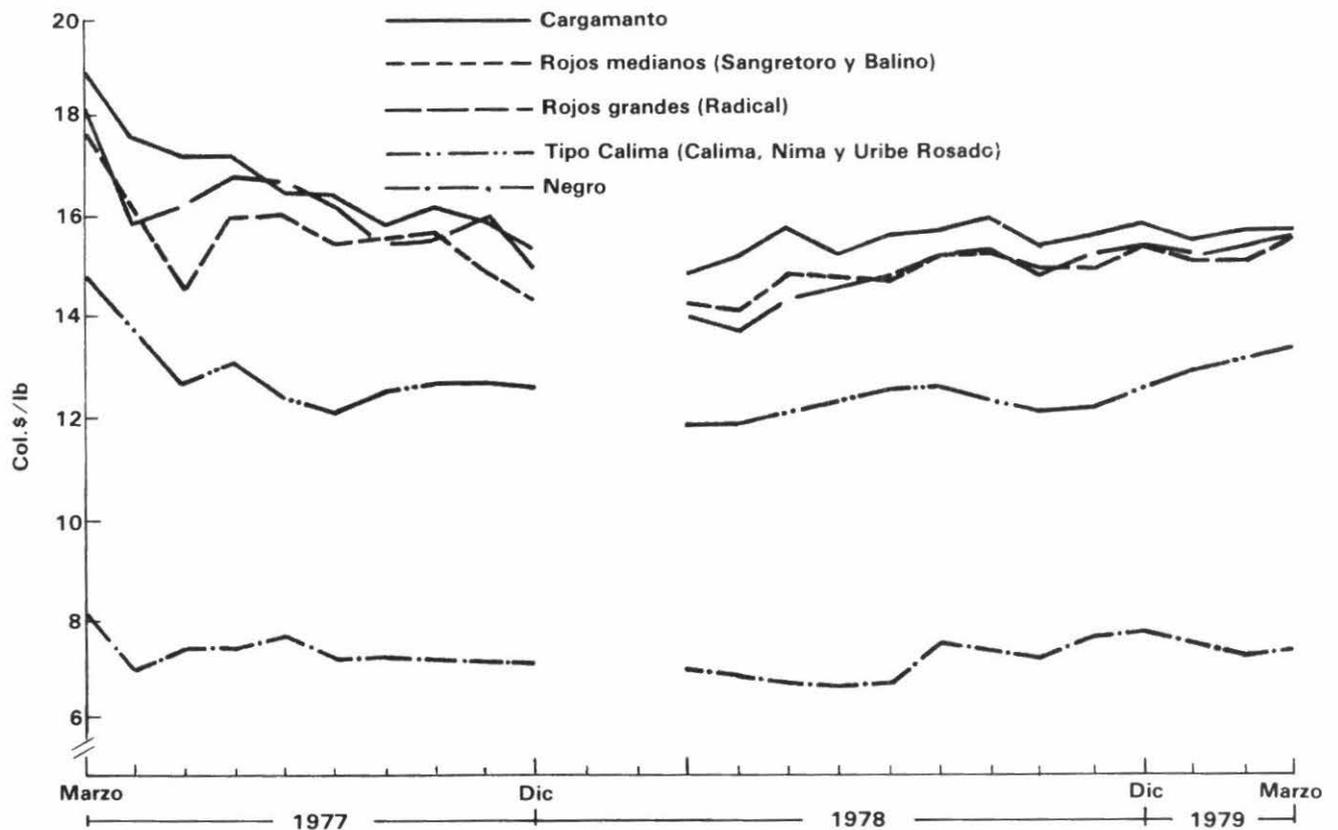


Figura 25. Precios al detal de frijol (reducidos con el índice de precios de alimentos en Cali), Palmira, promedios mensuales marzo, 1977-marzo, 1979.

Col/kg a \$28 Col/kg en agosto de 1979. Sin embargo, los precios del frijol rojo tradicional aumentaron a una tasa aún más rápida, de \$40 Col/kg a más de \$60 Col/kg durante el mismo período.

No existen evidencias de que el precio bajo de los frijoles negros haya inducido a los consumidores de bajos ingresos a cambiar sus preferencias. Un acercamiento del precio diferencial o un aumento en las ventas de los frijoles negros indicarían cambios en los gustos del consumidor, pero ninguno de los dos casos ha sido observado.

Además de las diferencias en color, los tipos de frijol preferidos en Colombia son mucho más grandes que los frijoles negros. De marzo 1977 a marzo 1979, utilizando los promedios de cinco meses al comienzo y final del período, los frijoles negros estuvieron a 54 y 43% del precio real del tipo Calima, y a 43 y 39% del precio real del Cargamanto (Figura 25). En términos de mejoramiento, si los agricultores pueden con mejor agricultura obtener 1.5 ton/ha con los frijoles tipo Calima, con una nueva variedad negra necesitarían producir aproximadamente 3.5 ton/ha para un retorno financiero equivalente al obtenido con Calima o Cargamanto.



## Hibridación y Evaluación de Progenie

La incorporación rutinaria de resistencia a las enfermedades, plagas y otros factores limitantes de la producción ha sido el principal objetivo de este Programa. La cantidad total de cruzamientos realizados en cada uno de los proyectos se presenta en el Cuadro 17. El Cuadro 18 enumera las variedades nacionales utilizadas en los cruzamientos realizados en los dos últimos años. En la Figura 1 (pag. 6) se indicó el desarrollo secuencial así como la evaluación que reciben las líneas híbridas.

### Mejoramiento del Fríjol Arbustivo

Se han desarrollado proyectos separados para elevar los niveles de resistencia u otras variables deseables no expresadas adecuadamente en el germoplasma disponible. Cada uno se describe brevemente a continuación:

**Virus del mosaico común del fríjol (BCMV).** En colaboración con el Instituto de Mejoramiento Genético Hortícola (IVT) de Holanda, se han hecho cruzamientos tendientes a combinar los genes con resistencia múltiple

con el gene I dominante para proteger el material contra las variantes del BCMV que inducen necrosis. La semilla F<sub>2</sub> de los cruzamientos de familias F<sub>3</sub> con resistencia múltiple, e identificadas en Holanda con líneas adaptadas al trópico y con una serie de tipos de granos, ha sido enviada al IVT para su evaluación. Debido a la adaptación relativamente pobre de los materiales europeos se anticipa la necesidad de realizar varios retrocruzamientos.

**Saltahojas.** El programa de cruzamiento continuó este año con el objeto de incorporar resistencia a *Empoasca* en varios materiales. Setenta y tres progenitores se seleccionaron de los materiales mejorados y de otros viveros para realizar los respectivos cruzamientos en condiciones de campo o invernadero. La F<sub>2</sub> del tercer ciclo de cruces se evaluó, y de ahí se hicieron 176 selecciones individuales dando especial énfasis a la selección de materiales no negros, especialmente de semilla roja, resistentes a la roya y al virus del mosaico común.

Un experimento de rendimiento con repetición se hizo para determinar el avance en la resistencia a *Empoasca*

Cuadro 17. Número de cruzamientos realizados y líneas progenitoras utilizadas durante 1979 por el proyecto de mejoramiento.

| Proyecto de mejoramiento  | No. de cruzamientos | No. de progenitores |
|---|---------------------|---------------------|
| BCMV  | 418                 | 179                 |
| <u>Empoasca</u>   | 117                 | 100                 |
| Añublo bacterial  | 76                  | 52                  |
| Roya  | 19                  | 18                  |
| <u>Rhizobium</u>  | 239                 | 53                  |
| Apion   | 21                  | 11                  |
| BCMV (retrocruzamientos, genes múltiples)   | 244                 | 138                 |
| Antracnosis   | 170                 | 76                  |
| Mancha angular  | 43                  | 10                  |
| Bajo fósforo en el suelo  | 61                  | 4                   |
| Arquitectura y rendimiento  | 198                 | 75                  |
| Límites en maduración   | 11                  | 5                   |
| Temperaturas extremas   | 6                   | 4                   |
| Variedades nacionales   | 111                 | 29                  |
| Varios  | -                   | 75                  |
| Otros factores (combinación BCMV, roya, <u>Empoasca</u> , añublo bacterial común) | 193                 | 81                  |
| <b>Total</b>  | <b>2065</b>         | <b>872</b>          |

Cuadro 18. Variedades de países latinoamericanos utilizadas en cruzamientos durante 1978-79.

| Variedad         | Origen               | Variedad        | Origen      |
|------------------|----------------------|-----------------|-------------|
| Alubia           | Argentina            | Nahuizalco Rojo | El Salvador |
| Chita fina       | Brasil               | S-184           | El Salvador |
| Favinha          | Brasil               | Rojo de Seda    | El Salvador |
| MVLR             | Brasil               | Tineco          | El Salvador |
| IPA 7419         | Brasil               | Rabia se Gato   | Guatemala   |
| Carioca          | Brasil               | Sensuntepeque   | Guatemala   |
| Rosinja          | Brasil               | Rojo Zamorano   | Honduras    |
| Rio Tibagi       | Brasil               | Zamorano 2      | Honduras    |
| Andino           | Colombia             | Danli 46        | Honduras    |
| Calima           | Colombia             | Canario         | México      |
| Catio            | Colombia             | Canario 107     | México      |
| Nima             | Colombia             | Flor de Mayo    | México      |
| Palmar           | Colombia             | Jamapa          | México      |
| Tundama          | Colombia             | Mayocoba        | México      |
| Mexico 80        | Costa Rica           | Canario Peruano | Perú/México |
| Constanza        | República Dominicana | Bayo Chimú      | Perú        |
| Pompadour        | República Dominicana | Blanco Local    | Perú        |
| Pompadour Checa  | República Dominicana | Perú 69         | Perú        |
| Pompadour Mocana | República Dominicana | Canario Divex   | Perú        |
| Uribe Oscuro     | Ecuador              | Sataya 425      | México      |

después de dos ciclos de selección recurrente y cruzamiento. El rendimiento, grado de daño visible y número de insectos se utilizaron como criterios para medir el progreso. Los resultados (Cuadros 19 y 20) fueron poco exitosos para una infestación típica de *Empoasca* que disminuyó los rendimientos en las parcelas sin protección en un 53% en promedio. Las correlaciones entre el porcentaje de daño visual y otros parámetros no fueron tan estrechas como se esperaba, y la correlación entre el descenso en rendimiento y el número de ninfas o adultos fue débil (Cuadro 19).

Mientras que varias posibilidades de sesgo se están evaluando, el experimento se está repitiendo con modificaciones para examinar la interacción potencial entre la fecha de siembra (prueba de ambiente) y la resistencia expresada como pérdida en el rendimiento. Las selecciones de los ciclos tempranos han sido evaluadas y escogidas más rigurosamente, y algunos padres del ciclo más reciente se identificaron con base en caracteres diferentes a la resistencia a *Empoasca*.

**Virus del mosaico dorado del frijol (BGMV).** El cruzamiento y selección continuaron en 1979 empleando las líneas más sobresalientes de Guatemala y de otras localidades como progenitores. Se puso énfasis en los tipos

de grano no negro (especialmente por las preferencias brasileñas) y en la recombinación de la resistencia al BGMV con otros factores, especialmente la resistencia a *Empoasca*, *Xanthomonas* y *Uromyces*. La selección y prueba de líneas avanzadas resultantes de ciclos previos de cruces se presentan en la sección Actividades Regionales (pág. ).

Cuadro 19. Coeficientes de correlación de Spearman de parámetros seleccionados para determinar el daño y pérdida en el rendimiento producidos por *Empoasca kraemeri*, en cinco grupos de materiales que representan los diferentes estados de selección.

| Parámetros   | $r_s$   |
|--|---------|
| Grado visual vs. ninfas                              | .30*    |
| Grado visual vs. adultos                             | .51*    |
| Grado visual vs. % pérdida rendimiento               | .59*    |
| Grado visual vs. rendimiento protegido               | .15     |
| % pérdida rendimiento vs. ninfas                     | .33*    |
| % pérdida rendimiento vs. adultos                    | .49*    |
| % pérdida rendimiento vs. rendimiento protegido      | .38*    |
| % pérdida rendimiento vs. rendimiento sin protección | - .90** |

Cuadro 20. Rendimientos promedios de parcelas protegidas y sin protección, y pérdidas en el rendimiento causados por *Empoasca kraemeri* en cinco grupos de materiales que representan diferentes estados de selección.<sup>1</sup>

| Grupo                  | No. materiales | Rendimiento (kg/ha) |                | Pérdida rendimiento (%) |         | Grado de daño     |         |
|------------------------|----------------|---------------------|----------------|-------------------------|---------|-------------------|---------|
|                        |                | Protegido           | Sin protección | Media                   | Límites | Media             | Límites |
| Controles              | 5              | 1833                | 852            | 51a                     | (40-64) | 3.6b <sup>2</sup> | 2.8-4.6 |
| Progenitores           | 10             | 1593                | 681            | 56a                     | (49-74) | 3.1b              | 2.5-4.3 |
| Cruzamientos iniciales | 10             | 1828                | 882            | 50a                     | (30-63) | 2.5a              | 2.1-3.0 |
| Ciclo I                | 10             | 1842                | 825            | 54a                     | (36-37) | 2.6a              | 1.8-2.8 |
| Ciclo II               | 10             | 1840                | 786            | 55a                     | (44-67) | 2.9b              | 2.4-3.5 |

CV = 16.2

1. Promedio de cuatro replicaciones.

2. Valores promedios dentro de la columna seguidos por la misma letra no son diferentes significativamente al  $P < 0.05$ .

Se distribuyó la primera prueba internacional de 145 selecciones híbridas avanzadas contra el BGMV.

**Picudo de la vaina (*Apion godmani*).** Noventa familias provenientes de cruzamientos de padres con resistencia a *A. godmani* se distribuyeron en tres países en la América Central para ser evaluadas durante 1979B. Nuevos cruzamientos se están haciendo con selecciones promisorias originarias de El Salvador y México.

**Añublo bacterial común (*Xanthomonas phaseoli*).** Los resultados del VEF de 1978 indicaron la necesidad de darle una mayor prioridad a la incorporación de resistencia a *Xanthomonas phaseoli* en el germoplasma de frijol del CIAT. De los 1464 materiales evaluados en 1978, solamente cinco se consideraron altamente resistentes, y solamente dos de ellos se confirmaron como tales en posteriores ensayos.

Los materiales del VEF de 1979 se sembraron en parcelas de tres surcos e inocularon por aspersión al momento de la floración con la bacteria causal del añublo común. Diez familias, o aproximadamente el 2% de los 594 materiales, se calificaron como resistentes o altamente resistentes. Aunque se puede considerar todavía muy baja, esta frecuencia representa cuatro veces la frecuencia obtenida en el VEF de 1978. Esto puede ser el resultado de varios factores: 1) en 1978 solamente se determinó el porcentaje de infección en el follaje; 2) el diseño de siembra utilizado en 1979 permitió una mejor distinción entre los síntomas del

añublo bacterial común y los efectos confusos y mejor reconocimiento de las líneas resistentes; y 3) el vivero de 1979 incluyó una proporción mayor de líneas mejoradas que el de 1978.

Muchas de las líneas observadas que presentan lesiones pequeñas o intermedias, también presentan hojas gruesas y textura áspera. Cabe destacar el comportamiento de las líneas hermanas BAT 1113 y BAT 1114, las cuales poseen hojas pequeñas y hábitos de crecimiento Tipo I y II, respectivamente. Estas eran las únicas líneas en el vivero calificadas con un tamaño de lesión I, y pertenecen a la progenie del cruzamiento del ICA Palmar x Porrillo, ambos padres susceptibles. Esto reliva el potencial de obtención de segregantes transgresivos con resistencia a *Xanthomonas*, y sugiere que la estructura de la hoja puede tener un efecto importante en la reacción al añublo.

Grandes poblaciones  $F_2$  se han evaluado en el campo usando la técnica de la cuchilla de afeitar doble. En la actualidad la mayoría de las líneas resistentes son derivadas de fuentes de resistencia Great Northern (Jules, Tara y GN #1 sel 27), pero algunas líneas mejoradas promisorias pueden llevar resistencia del PI 207262, el cual ha dado recombinaciones muy interesantes con semilla de cubierta negra opaca. Otras líneas como BAT 93 pueden presentar resistencia proveniente de ambas fuentes. Igualmente se han hecho cruzamientos entre las líneas susceptibles y otras fuentes de resistencia, entre las cuales se destacan GN Emerson, WCBT 713938, ICA L-23, y BAT 1113, con el objeto de ampliar la base genética de la resistencia.

**Incremento en la fijación de N.** Dos ciclos de selección y entrecruzamiento se realizaron en 1979 con el objeto de incrementar la fijación de  $N_2$ . Los cruzamientos iniciales se hicieron con 14 padres, seleccionados por su potencial para fijar N, floración tardía, resistencia a antracnosis y rendimiento. Todos los cruzamientos incluían al menos un padre resistente a BCMV. Trescientas plantas  $F_2$  se inocularon con una mezcla de cinco cepas de *Rhizobium*, las cuales crecieron en arena, para evitar el N combinado. Las plantas se inocularon con mezclas de variantes del BCMV y las que resultaron susceptibles fueron eliminadas 15-20 días después de la siembra. Inmediatamente antes de la floración, las plantas resistentes al BCMV se evaluaron por crecimiento, vigor y color (como indicativo de fijación de  $N_2$ ) y las mejores plantas se entrecruzaron. Los 163 cruzamientos nuevos realizados incluían progenies de 11 de los padres originales. La variación en crecimiento bajo las condiciones de la prueba se presenta en la Figura 26. Para el segundo ciclo de cruzamientos se introdujeron como padres materiales superiores provenientes de los ensayos del VEF y EP. En la actualidad existen 140 líneas  $F_3$  derivadas de selecciones individuales de plantas en el ciclo I, las cuales se están evaluando por su fijación de  $N_2$ , adaptación y rendimiento en CIAT-Quilichao.



Figura 26. Variación en el crecimiento de las plantas en materiales de frijol  $F_2$  inoculados con una mezcla de cinco cepas de *Rhizobium* bajo condiciones de escaso N.

**Antracnosis.** Más de una docena de nuevas fuentes de resistencia a esta enfermedad se identificaron tentativamente de las accesiones del banco de germoplasma. Estos materiales son adaptados al trópico, provenientes de diferentes partes de América Latina y representan una variación deseable en cuanto al hábito de crecimiento, planta, tipos de grano, etc.

Mientras que la naturaleza y tipo de resistencia se están estudiando, se hicieron 170 cruzamientos para transferir el(los) gene(s) de resistencia a los materiales seleccionados de Brasil, México, República Dominicana, y otros materiales. Más de 1000 selecciones  $F_3$  eran progenies evaluadas y purificadas durante el período de 1979B. Las líneas sobrevivientes serán nuevamente evaluadas y las selecciones entrarán al VEF de 1980.

Se inició un ciclo rápido de entrecruzamiento y selección empleando familias  $F_3$  y  $F_4$  destinado a combinar varias fuentes de resistencia dentro del material con características agronómicas deseables.

**Mancha angular.** El mejoramiento por resistencia a la mancha angular se empezó a finales de este año, cuando algunas fuentes de resistencia se identificaron en viveros en Popayán durante la estación de crecimiento de 1979B. Aunque su resistencia será confirmada bajo ambientes controlados del CIAT, se hicieron 43 cruzamientos por: 1) transferencia de los genes de resistencia en variedades ampliamente cultivadas en los países andinos; 2) combinación de la resistencia a la mancha angular con resistencia a antracnosis; 3) combinación de las distintas fuentes de resistencia a la mancha angular.

**Tolerancia al bajo contenido de fósforo en el suelo.** Esta característica se está incorporando en el mejor material de Brasil donde se identificaron recientemente diversas variedades como altamente tolerantes al bajo contenido de P en el suelo. Afortunadamente se encontraban disponibles poblaciones  $F_2$ , muchas de ellas con fuentes de resistencia a antracnosis y/o características deseables de arquitectura, cuando se descubrió tal tolerancia. Como resultado, 29 de las poblaciones  $F_2$  se sembraron para ser evaluadas en CIAT-Quilichao durante 1979B. También se hicieron 42 nuevos cruzamientos para incorporar esa característica en una mayor cantidad de materiales.

**Tolerancia a la sequía.** Ningún cruzamiento se hizo con este propósito durante 1979, lo que se debió a la carencia de fuentes progenitoras confiables. Sin embargo, más de una docena de líneas con niveles moderados de tolerancia a la

sequía se identificaron en el vivero EP de 1979. Estas serán posteriormente evaluadas y usadas en futuros cruzamientos.

**Arquitectura y rendimiento.** Las principales características de arquitectura que se buscan están constituidas por entrenudos cortos, tallo erecto, follaje y vaina de tamaño pequeño. Además se están investigando otras características que permitan mejorar la arquitectura de la planta y su rendimiento, como es el caso del menor número de semillas por vaina y racimo de la inflorescencia. La mayoría de estas características se encontraron en materiales con características agronómicas pobres, que tenían grano de tipo poco deseable, y bajo rendimiento. Por tanto se hicieron esfuerzos para transferir estos caracteres a tipos más deseables. Sin embargo, del primer grupo de cruzamientos en el cual los materiales ICA-Pijao, Porrillo Sintético, NEP 2, y G 4421 se usaron como padres, se desarrollaron 18 líneas experimentales, 17 de las cuales entraron al VEF de 1979. Aunque las líneas A 43 y A 48 tienen granos blancos pequeños y A 40 granos rojos pequeños y presentan un potencial de rendimiento razonable, ninguna parece tener características excepcionales en cuanto a una mejor arquitectura. Esto refleja la ausencia de características arquitectónicas bien definidas en el primer grupo de padres.

En la segunda fase de entrecruzamiento y selección se han hecho progresos al lograr transferir y combinar entrenudos cortos, tallo erecto y follaje pequeño. Más de mil familias se encuentran en su estado inicial de evaluación y purificación, el cual se espera completar antes de mediados de 1980. Estos materiales entrarán al VEF de 1980 y serán usados como progenitores para el tercer ciclo de cruzamientos.

**Maduración temprana.** Las fuentes de maduración tardía son escasas dentro de *P. vulgaris*. Ningún material con maduración tardía se ha identificado ni en el CIAT ni en Popayán, o durante dos o más estaciones en cualquiera de estos dos sitios. La madurez tardía se asocia frecuentemente con adaptación pobre y bajo rendimiento. La línea 77 ICA 10310 presentó una demora en la maduración de 7-10 días comparada con los materiales sembrados en Popayán y CIAT-Palmira; sin embargo, su rendimiento era muy pobre.

**Adaptación a temperaturas extremas.** Muy pocos materiales de frijol arbustivo están adaptados a una temperatura promedio de 14°C en Obonuco o 28°C en Santafé de Antioquia y ninguno a ambos sitios. Entre los efectos de temperaturas medias extremas en el crecimiento se encuentran la excesiva floración y el aborto de vainas y

semillas. Por tanto se ha proyectado desarrollar materiales con mejor adaptación a las temperaturas medias extremas en crecimiento.

Se hicieron seis cruzamientos entre Andino, G 22, y G 23 (relativamente bien adaptadas a las temperaturas bajas) y G 3627, G 3807, G 4421 y Swedish brown (relativamente bien adaptadas a temperaturas altas). La semilla de las poblaciones F<sub>2</sub> se dividió en tres partes, cada una de las cuales se sembró en CIAT-Palmira, Popayán y Obonuco. Aproximadamente 30 selecciones F<sub>3</sub> se hicieron en cada sitio. Semilla de cada selección se dividió de nuevo en tres partes y se sembró en los tres sitios para evaluar la progenie y hacer nuevas selecciones. Recientemente se han identificado G 5066, G 6474, G 6499, BAT 425 y BAT 76 como fuentes progenitoras por tolerancia a temperaturas altas. Muchos de estos materiales también poseen resistencia a antracnosis. Como resultado se cuenta con poblaciones F<sub>2</sub> y F<sub>3</sub> que involucran la mayoría de estos progenitores, las cuales serán evaluadas en Santafé de Antioquia en marzo de 1980.

**Mejoramiento de variedades nacionales.** Quince variedades de países de la América Latina se agregaron en 1979 a la lista de variedades nacionales para mejoramiento intensivo. Esto elevó el total a 41 variedades de 11 países (Cuadro 18). Cada variedad se cruzó con las principales fuentes de resistencia a enfermedades. Igualmente se cruzaron con los de mejor arquitectura y, en el caso de las variedades del Brasil, estas se cruzaron además con progenitores tolerantes al bajo contenido de P en el suelo. Se está usando un sistema modificado de retrocruzamiento para su mejoramiento. La mayoría de los cruzamientos se encuentran en las primeras generaciones, aunque unas pocas líneas avanzadas estarán disponibles para evaluación y utilización a mediados de 1980.

En todos los proyectos las familias seleccionadas (aproximadamente 6000/año) provenientes de generaciones F<sub>4</sub> en adelante, son evaluadas por resistencia al BCMV.

## Mejoramiento del Frijol Trepador

### Metodología de mejoramiento

**Cultivos de relevo y adaptabilidad varietal.** En los anteriores Informes Anuales del CIAT se analizaron las interacciones entre los genotipos de frijol y maíz asociados en comparación con los monocultivos. Un sistema importante de siembra que se debe considerar consiste en los cultivos de relevo donde el maíz es seguido por frijoles, los cuales se siembran entre la floración y la madurez fisiológica del maíz. Una diferencia importante entre los

sistemas de asociación y cultivo de relevo consiste en que no hay disminución en el rendimiento del maíz como resultado de la competencia con el frijol. Con el objeto de determinar si este importante sistema de siembras de América Central y regiones de América del Sur requiere una metodología específica de mejoramiento, se sembró una serie de ensayos de rendimiento con variedades de frijol trepador en tres localidades.

El rendimiento potencial de los frijoles en relevo es más alto que cuando están en asociación (Cuadro 21). Sin embargo, el ciclo de crecimiento de este sistema de siembra es 3-4 meses más largo, lo que quiere decir que la decisión sobre el sistema más apropiado de siembra depende principalmente de la distribución de lluvias y la secuencia de cultivos.

El interrogante sobre si los frijoles deberían seleccionarse específicamente como cultivo de relevo con el maíz se investigó por medio de un análisis de correlación (Cuadro 22). Las variedades de frijol en los ensayos en el CIAT se sembraron todas en la misma fecha y en el mismo campo. Sin embargo, las correlaciones entre los rendimientos de las variedades en los diferentes sistemas de siembras resultaron bajas, especialmente entre el cultivo de relevo y el de monocultivo. Parece que el comportamiento de las variedades en los sistemas de relevo es bastante diferente del que ocurre en monocultivo, y esto se puede deber parcialmente a las grandes diferencias observadas en la incidencia de insectos-plaga, principalmente *Empoasca* y ácaros, con un nivel mucho más bajo de ataque en los sistemas de relevo que en los monocultivos o en los casos de asociación. El análisis combinado de varianza para estos

Cuadro 22. Coeficientes de correlación entre rendimientos de 21 variedades de frijol trepador en cinco ensayos de rendimiento.

| Ensayo No. <sup>1</sup> | 7809    | 7810    | 7811   | 7812      |
|-------------------------|---------|---------|--------|-----------|
| 7808                    | -0.1560 | 0.0534  | 0.1445 | 0.7116*** |
| 7809                    | -       | -0.0470 | 0.4189 | 0.0247    |
| 7810                    | -       | -       | 0.3529 | -0.0145   |
| 7811                    | -       | -       | -      | 0.3666    |

1 Ver Cuadro 21.

tres ensayos presentó una interacción entre variedad-sistema de siembra casi tan grande como el efecto principal de las variedades, indicando que las diferencias en adaptación a los sistemas de siembra resultaron tan importantes como las diferencias en adaptación a las localidades. Estos resultados demuestran la necesidad de seleccionar materiales para sistemas específicos de cultivo en el programa de mejoramiento varietal de frijoles trepadores.

Con respecto a la adaptabilidad y otras localidades, muchas de las variedades rindieron muy bien tanto en CIAT-Palmira (1000 msnm), como en ICA-La Selva (2200

Cuadro 21. Ensayos de rendimiento de 25 variedades de frijol trepador con y sin maíz en sistemas de asociación directa o siembra en relevo.

| Ensayo No. | Localidad    | Altitud (msnm) | Sistema de siembra | Rendimiento (kg/ha)      |             |
|------------|--------------|----------------|--------------------|--------------------------|-------------|
|            |              |                |                    | Maíz                     | Frijol      |
| 7809       | ICA-La Selva | 2200           | Relevo             | - <sup>1</sup>           | 2281 (12.9) |
| 7810       | CIAT-Palmira | 1000           | Relevo             | 4768 (15.3) <sup>2</sup> | 1651 (13.8) |
| 7811       | CIAT-Palmira | 1000           | Asociación         | 3389 (19.3)              | 880 (18.9)  |
| 7808       | ICA-Obonuco  | 2710           | Asociación         | -                        | 108 (54.3)  |
| 7812       | CIAT-Palmira | 1000           | Monocultivo        | -                        | 1806 (15.9) |

1 No determinado.

2 Cifras entre paréntesis corresponden al CV.

msnm); nueve de ellas rindieron significativamente más que la mejor variedad local utilizada como control (Cuadro 23). De estas nueve variedades, G 4346, G 2839, G 3872, G 3366 y G 5653 han presentado resistencia a antracnosis, la enfermedad más limitante en esa región. Ocurrió un rompimiento marcado en cuanto a adaptación entre el ICA-La Selva e ICA-Obonuco; ninguna de las variedades mostró potencial alguno en la localidad alta y por esta razón el mejoramiento de los frijoles para los climas fríos se está ahora desarrollando como un proyecto separado.

**Sistemas de siembras para cultivos asociados.** La investigación con cultivos asociados en el CIAT se ha concentrado en la siembra de frijol y maíz en varias formas de surcos (cultivos intercalados). La mayoría de los

agricultores en América Latina, sin embargo, usan un sistema de siembra a golpe en el cual los dos cultivos se plantan en el mismo sitio (cultivos mezclados). Las ventajas de este último sistema para las evaluaciones de germoplasma y generación temprana de materiales mejorados se mencionaron en el Informe Anual del CIAT, 1978. Dos ensayos se ejecutaron para comparar estos sistemas. Los resultados indicaron que las siembras en surcos son ventajosas tanto para los rendimientos del maíz como del frijol (Figura 27). Las diferencias, sin embargo, fueron muy leves en las más altas densidades de frijol (8 plantas/m<sup>2</sup>) y no justificaría el trabajo adicional para los pequeños agricultores de sembrar surcos a mano. Por otra parte, el sistema de siembra tuvo un gran efecto en el volcamiento del maíz, produciendo menor volcamiento en

**Cuadro 23. Rendimientos de variedades de frijol trepador en dos ensayos de adaptación regional.**

| CIAT No. | Identificación        | Color          | Rendimiento (kg/ha)              |                                |
|----------|-----------------------|----------------|----------------------------------|--------------------------------|
|          |                       |                | ICA-La Selva (sistema de relevo) | ICA-Obonuco (cultivo asociado) |
| G3144    | Jamaica GUA 340       | Negro          | 2753 <sup>1</sup>                | 111                            |
| G2227    | -                     | Gris/negro     | 2861+                            | 68                             |
| G2161    | -                     | Negro          | 1942                             | 145                            |
| G4346    | Michoacán 50          | Rosado         | 3077+                            | 0                              |
| G2540    | -                     | Blanco         | 1255                             | 0                              |
| G2839    | Amapolo de camino     | Rosado         | 3043+                            | 0                              |
| G2303    | -                     | Amarillo       | 2317                             | 67                             |
| G3159    | San Isidro media guía | Negro          | 2397                             | 252                            |
| G4567    | Antioquia 130         | Café           | 2594+                            | 11                             |
| G3451    | Guanajuato 116        | Rosado         | 2055                             | 66                             |
| G3762    | -                     | Negro          | 1339                             | 63                             |
| G574     | Tombul                | Blanco         | 1598                             | 0                              |
| G2764    | -                     | Negro          | 2854+                            | 62                             |
| G3445    | Guanajuato 22         | Rosado         | 2314                             | 0                              |
| G3467    | Michoacán 31          | Crema/púrpura  | 2207                             | 199                            |
| G2326    | -                     | Negro          | 1669                             | 97                             |
| G3872    | Trujillo 3            | Negro          | 2596+                            | 37                             |
| G1821    | Garbancillo           | Crema/amarillo | 2075                             | 93                             |
| G2512    | -                     | Crema/café     | 2204.                            | 157                            |
| G983     | -                     | Negro          | 2384                             | 41                             |
| G3366    | Puebla 240 A          | Café           | 3479+                            | 0                              |
| G2545    | -                     | Amarillo       | 1801                             | -                              |
| G5653    | Ecuador 299           | Rojo           | 2800+                            | 212                            |
| -        | Sangretoro            | Rojo           | 2133(T) <sup>2</sup>             | 375                            |
| -        | Mortiño               | Púrpura/crema  | -                                | 547(T)                         |
| -        | Cargamanto            | Crema/rojo     | 1292                             | -                              |
|          | Media                 |                | 2281                             | 108                            |
|          | DMS 5%                |                | 408                              | 78                             |
|          | CV %                  |                | 12.9                             | 54.3                           |

1 + = Rendimiento significativamente superior al control.

2 T = Variedad control usada en una localidad específica.

las siembras a golpe que en surcos, y mucho menor aún en las mayores densidades de frijol (Cuadro 24). La disminución del volcamiento en las siembras a golpe con altas densidades de plantas de frijol se debió al anclaje físico de las raíces, y explica el aumento en el rendimiento del maíz con mayores densidades de frijol.

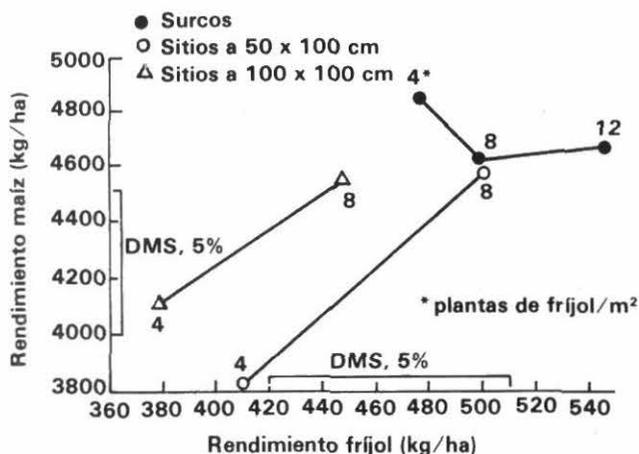


Figura 27. Efecto del sistema de siembra y densidad de frijol en los rendimientos de los frijoles trepadores (promedios de cinco variedades) y maíz var. Suwan-1 en asociación.

La importancia del volcamiento a nivel de las raíces y del tallo en el rendimiento del maíz, como efecto de la variedad de frijol asociada, resultó significativo en ambos ensayos (Figura 28). El efecto competitivo de la variedad de frijol sobre el maíz parece estar determinado principalmente por su efecto en el volcamiento. La característica más

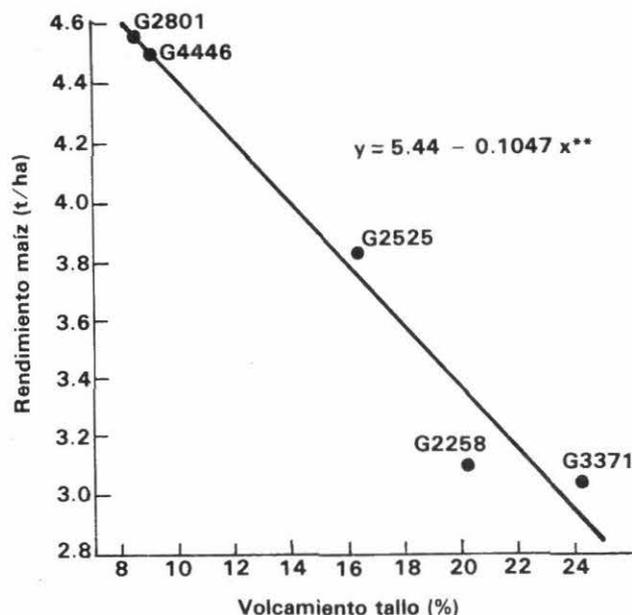


Figura 28. Efecto de cinco variedades de frijol trepador en el volcamiento del tallo y rendimiento de maíz var. Suwan-1.

importante del maíz, que influye en su capacidad para asociarse con cultivos como los frijoles trepadores, es la resistencia al volcamiento, y esto no se consigue mediante selección de plantas más bajas (Informe Anual del CIAT, 1978) sino incrementando el vigor de la raíz y el tallo. El efecto de la variedad de frijol en el volcamiento del maíz se explica principalmente por sus hábitos de crecimiento, ya que las plantas más vigorosas del frijol (tipo de hábito IVb) tienden a doblegar el maíz (Cuadro 25).

Cuadro 24. Efectos de sistemas de siembra y densidad de los frijoles trepadores asociados en el volcamiento del maíz var. Suwan-1.

| Sistema de siembra   | Densidad frijol (plantas/m <sup>2</sup> ) | Volcamiento tallo (%) | Volcamiento raíz (%) | Total volcamiento (%) |
|----------------------|---|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Surcos               | 4   | 6.7                   | 10.3                 | 17.1                  |
|                      | 8   | 6.9                   | 13.9                 | 20.9                  |
|                      | 12  | 7.9                   | 10.9                 | 18.8                  |
| Sitios, 50 x 100 cm  | 4   | 3.8                   | 12.1                 | 15.9                  |
|                      | 8   | 5.2                   | 4.0                  | 9.2                   |
| Sitios, 100 x 100 cm | 4   | 4.2                   | 5.4                  | 9.7                   |
|                      | 8   | 1.9                   | 3.5                  | 5.4                   |

Cuadro 25. Efecto de la variedad de frijol trepador utilizada en el volcamiento del maíz var. Suwan-1 en sistemas de cultivos asociado.

| CIAT No. | Hábito de crecimiento | Volcamiento tallo (%) | Volcamiento raíz (%) | Volcamiento total (%) |
|----------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| G4446    | IIb                   | 9.0                   | 2.1                  | 11.2                  |
| G2801    | IVa                   | 8.5                   | 2.5                  | 11.0                  |
| G2525    | IVa                   | 16.3                  | 3.9                  | 20.2                  |
| G2258    | IVb                   | 20.2                  | 6.3                  | 26.5                  |
| G3371    | IVb                   | 24.2                  | 5.1                  | 29.3                  |

### Mejoramiento varietal

**Evaluación de germoplasma.** La colección completa de frijoles trepadores del CIAT (1950 accesiones) se evaluó durante 1978-79 en siembras individuales (a golpe) en Popayán, ICA-La Selva e ICA-Obonuco a manera de monocultivo de relevo y en asociación directa con maíz, respectivamente (Informe Anual del CIAT, 1978). Las selecciones se hicieron en cada localidad por su adaptación (rendimiento potencial) y resistencia de campo a las enfermedades y plagas locales. Las selecciones se están evaluando en ensayos de rendimiento en localidades múltiples y además han sido probadas en el CIAT bajo condiciones de invernadero por su resistencia a antracnosis y al BCMV.

De un total de 180 selecciones, 14 se hicieron tanto en Popayán como en La Selva, comparadas con 8 selecciones tanto en Popayán como en Obonuco y 9 tanto en La

Selva como en Obonuco. La adaptación a cada localidad resultó específica con un rompimiento marcado en adaptación entre los 2200 msnm (La Selva) y 2710 msnm (Obonuco). Las diferencias en adaptación se reflejaron en varias características de las plantas, especialmente el peso de la semilla el cual fue casi el doble para las selecciones hechas en Obonuco comparadas con las selecciones realizadas en las otras localidades. También ocurrió una diferencia en el hábito de crecimiento: la mayoría de las selecciones de tipo IVb se hicieron en Obonuco, mientras que el tipo IVa tendió a adaptarse mejor a las menores alturas de Popayán y La Selva (Cuadro 26). Igualmente tuvo lugar una diferencia en el color de la semilla; muy pocas variedades con semilla negra se seleccionaron en las localidades altas de Obonuco. Estas diferencias reflejan mayormente el origen de los materiales; aquellos seleccionados en Obonuco son principalmente originarios de las tierras altas del Ecuador, Perú y Colombia, mientras que muchas de las accesiones de México y América Central se seleccionaron en Popayán y La Selva.

Cuadro 26. Evaluación de germoplasma de frijol trepador en tres localidades en Colombia.

| Localidad    | Altitud | Frecuencia de hábitos de crecimiento (%) |     |     | Peso promedio (g) de 100 semillas | No. de selecciones |
|--------------|---------|--|-----|-----|-----------------------------------|--------------------|
|              |         | IIIb                                     | IVa | IVb |                                   |                    |
| Popayán      | 1850    | 2  | 88  | 10  | 38.8                              | 56                 |
| ICA-La Selva | 2200    | 5  | 78  | 17  | 36.3                              | 95                 |
| ICA-Obonuco  | 2710    | 3  | 56  | 42  | 60.5                              | 115                |

El ICA-La Selva resultó una excelente localidad para seleccionar por resistencia a antracnosis en condiciones de infección natural en el campo (Cuadro 27), y es así como se seleccionaron allí nuevas fuentes promisorias de resistencia, no solamente a las razas beta y gamma sino también a otras razas virulentas a la variedad Cornell 49-242. Estos resultados se obtuvieron mediante evaluación bajo condiciones controladas de inoculaciones realizadas en el CIAT-Palmira. La selección en el campo por resistencia al BCMV resultó algo baja, y en este caso Popayán y La Selva resultaron mejores localidades para este propósito que Obonuco. Las diferencias reflejan los niveles de infección natural en el campo (Cuadro 27).

Los materiales más promisorios provenientes de las evaluaciones de germoplasma entran a formar parte de los viveros del VEF y siguen luego como materiales avanzados mejorados; finalmente forman parte de los ensayos de evaluación internacional y a nivel de finca. Las dos accesiones (G 5653 y G 2333), seleccionadas por su rendimiento potencial en cultivos de relevo y resistencia a la antracnosis, están siendo evaluadas en la actualidad en ensayos en fincas en Antioquia, Colombia.

**Hibridación y selección.** El programa de mejoramiento de frijoles trepadores se encamina a combinar alto rendimiento potencial con resistencia a las principales enfermedades y plagas (especialmente antracnosis, BCMV y *Empoasca*) para sistemas de cultivos, principalmente de relevo y siembras asociadas con maíz, de agricultores pequeños. Relativamente muy poco énfasis se ha dado a la selección de material para monocultivo. Los programas de hibridación están divididos en proyectos de acuerdo con la temperatura de adaptación: 1) materiales para

temperaturas cálidas a moderadas (17-25°C), con semillas pequeñas a medianas, de varios colores incluyendo el negro; 2) materiales para temperaturas frías (12-17°C), con semillas medianas a grandes de varios colores excepto el negro.

La distribución de las poblaciones híbridas para selección individual de plantas en diferentes localidades y sistemas de siembra depende del proyecto. Los viveros son sembrados a golpe en sitios de aproximadamente 1 m<sup>2</sup> con una planta de frijol por sitio, con maíz o sin maíz de acuerdo con el sistema de siembra. Este método ha resultado exitoso tanto para el relevo como para la asociación directa.

**Ensayos de progenies F<sub>3</sub> y F<sub>5</sub>.** Las progenies provenientes de selecciones de plantas individuales pasan a ensayos de rendimiento repetidos en dos localidades y son probados simultáneamente en su resistencia a antracnosis, BCMV y *Empoasca*.

La selección por rendimiento se realiza con base en la familia, entendiendo por esta el grupo de líneas que se originan del mismo híbrido. Aproximadamente el 50% de las familias son eliminadas completamente en esta etapa de evaluación. Los ensayos se realizan en monocultivo, siembras de relevo o asociación directa con maíz (Cuadro 28). En el último caso el rendimiento del maíz y del frijol es considerado en el proceso de selección (Figura 29). En cada uno de los ensayos en asociación directa con el maíz realizados hasta la fecha, se ha encontrado una correlación negativa entre los rendimientos del frijol y del maíz.

Cuadro 27. Frecuencias de resistencia a antracnosis y BCMV detectadas en las selecciones realizadas en tres localidades en Colombia mediante inoculación bajo condiciones controladas en las evaluaciones de germoplasma de frijoles trepadores.

| Localidad    | Frecuencia (%)           |    |    |    |                   |    |
|--------------|--------------------------|----|----|----|-------------------|----|
|              | Antracnosis <sup>1</sup> |    |    |    | BCMV <sup>2</sup> |    |
|              | R                        | I  | I* | S  | R                 | S  |
| Popayán      | -                        | -  | -  | -  | 11                | 89 |
| ICA-La Selva | 21                       | 31 | 21 | 27 | 10                | 90 |
| ICA-Obonuco  | 1                        | 23 | 21 | 55 | 1                 | 99 |

1 Razas de antracnosis beta y gamma, R = resistencia; I = moderadamente resistente en hojas de hipocotilo; I\* = moderadamente susceptible en hojas de hipocotilo; y S = susceptible.

2 Variantes del BCMV, Florida y NY-15. R = resistente y S = susceptible.

Cuadro 28. Resultados obtenidos con frijol trepador en los ensayos de rendimiento F<sub>3</sub> durante 1978-79, y valores de F calculada para las diferencias entre los rendimientos de la familia y líneas dentro de familias.

| Localidad    | Sistema de cultivo      | No. de familias | No. de materiales | Rendimiento frijol (kg/ha) | C. V. | Valores F |                           |
|--------------|-------------------------|-----------------|-------------------|----------------------------|-------|-----------|---------------------------|
|              |                         |                 |                   |                            |       | Familias  | Líneas dentro de familias |
| CIAT-Palmira | Asociación <sup>1</sup> | 35              | 300               | 1420                       | 24.2  | 9.39***   | 1.31*                     |
| Popayán      | Relevo <sup>2</sup>     | 35              | 300               | 1104                       | 34.1  | 9.67***   | 1.47**                    |
| CIAT-Palmira | Monocultivo             | 48              | 127               | 1357                       | 21.3  | 14.15***  | 2.48***                   |
| Popayán      | Monocultivo             | 48              | 127               | 1997                       | 20.9  | -         | -                         |
| CIAT-Palmira | Asociación <sup>3</sup> | 49              | 221               | 792                        | 35.7  | 4.79***   | 1.48**                    |
| Popayán      | Monocultivo             | 49              | 221               | 1835                       | 19.7  | 17.37***  | 2.99**                    |

1 Todos los materiales asociados con la variedad de maíz ICA H-210.

2 Todos los materiales en cultivo de relevo con la variedad de maíz Yucatán.

3 Todos los materiales asociados con la variedad de maíz Suwan-1.

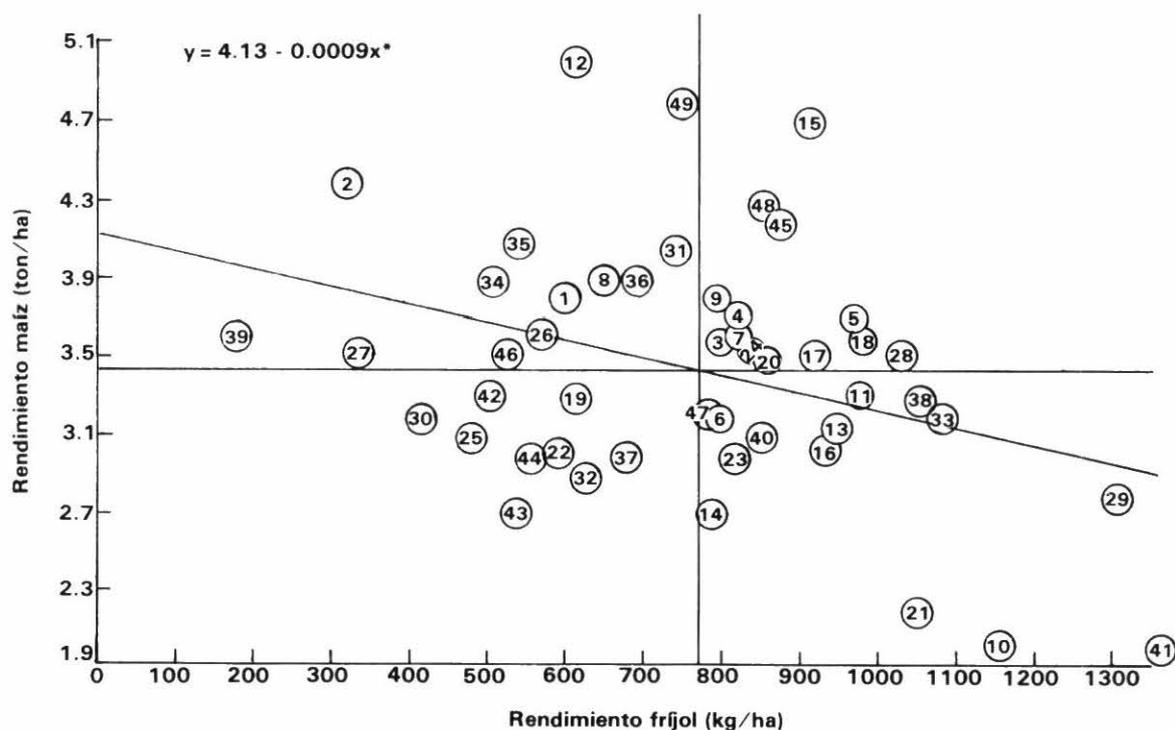


Figura 29. Rendimientos de 49 familias de frijol trepador de líneas F<sub>3</sub> cultivadas en asociación con maíz variedad Suwan-1.

Las mejores familias de frijol (cada una representada por un número en la Figura 29) se encuentran localizadas sobre la línea de regresión en el cuadrante superior derecho. Estas familias son las que producen un rendimiento de frijol relativamente alto y permiten igualmente un rendimiento aceptable de maíz. La selección de líneas dentro de este grupo se basa luego en su resistencia al BCMV, antracnosis y *Empoasca* y en su tipo de grano. La razón para seleccionar con base en la familia consiste en que se puede tener mayor confianza en los rendimientos de una familia que en líneas individuales a este nivel preliminar de evaluación.

Las selecciones susceptibles al BCMV son eliminadas en esta etapa y aquellas que se encuentran segregando por resistencia vuelven a los viveros de selección individual de plantas.

Se ha encontrado que la posición de las familias de frijol en el gráfico de la Figura 29 corresponde con los hábitos de crecimiento de las líneas individuales en esas familias; v.g. el hábito de crecimiento IVb generalmente reduce los rendimientos en maíz debido a la severa competencia y al volcamiento provocado; alto rendimiento de maíz y frijol se encuentra generalmente asociado con el hábito IVa; y el alto rendimiento de maíz y bajo del frijol frecuentemente están asociados con el hábito IIIb.

Las líneas seleccionadas en los ensayos de progenies adquieren un código único dentro del VEF y son evaluadas simultáneamente en un ensayo uniforme de rendimiento en tres localidades (Cuadro 29). Las selecciones mejoradas con adaptación a climas fríos todavía no han alcanzado este estado de desarrollo.

Se distribuyó cierto número de materiales avanzados durante 1979 (Cuadro 30) para propósitos de evaluación de variedades de frijoles trepadores a nivel internacional.

**Programas modificados de retrocruzamiento.** Además del programa anterior de hibridación y evaluación, variedades ampliamente cultivadas y aceptadas comercialmente son incluidas en los programas modificados de retrocruzamiento para incorporar simultáneamente resistencia a antracnosis y BCMV. El primero de tales programas se inició con la variedad colombiana Cargamanto, empleando Cornell 49-242 como padre donante. A medida que nuevas fuentes de resistencia sean detectadas en evaluaciones de germoplasma y materiales mejorados, se incorporarán éstos a los programas de retrocruzamiento. Los resultados casi perfecto o con la segregación esperada de dos genes dominantes en la ausencia de ligamento. Se espera que selecciones de líneas uniformes con doble resistencia provenientes de Cargamanto se encuentren disponibles a final de 1980 para evaluación a nivel de finca.

## Evaluación Uniforme de Selecciones de Frijol Arbustivo y Trepador

El desarrollo de germoplasma y flujo de distribución del Programa de Frijol se presenta en la pág. 6, Figura 1. Las actividades de mejoramiento genético se dividen en proyectos de los cuales las líneas superiores, tanto de frijoles arbustivos como trepadores, entran al vivero del equipo de frijol VEF. En este participa todo el equipo de

Cuadro 29. Rendimientos promedios de materiales de frijol trepador en el VEF de 1978-79.

| Sistema de cultivo    | Localidad    | Rendimiento promedio de frijol<br>(kg/ha) | C. V. |
|-----------------------|--------------|---|-------|
| Asociado <sup>1</sup> | CIAT-Palmira | 626                                       | 18.5  |
| Monocultivo           | Popayán      | 1985                                      | 20.4  |
| Relevo <sup>2</sup>   | ICA-La Selva | 972                                       | 23.7  |
| Asociado <sup>1</sup> | CIAT-Palmira | 999                                       | 23.0  |
| Asociado <sup>1</sup> | Popayán      | 1255                                      | 17.9  |

1 Todas las líneas se asociaron con maíz variedad Suwan-1.

2 Todas las líneas en cultivo de relevo con maíz variedad ICA V453.

Cuadro 30. Variedades de frijol trepador mejoradas en el CIAT y distribuidas para ensayos internacionales durante 1979.

| CIAT No. | Color      | Hábito de crecimiento | Reacción a:              |                   |                       |
|----------|------------|-----------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|
|          |            |                       | Antracnosis <sup>1</sup> | BCMV <sup>1</sup> | Empoasca <sup>2</sup> |
| V7816    | Negro      | IIb                   | S                        | R                 | 2.5                   |
| V7817    | Negro      | IIIb                  | S                        | R                 | 2.0                   |
| V7825    | Negro      | VIa                   | S                        | R                 | 2.8                   |
| V7833    | Negro      | IIb                   | R                        | R                 | 3.0                   |
| V7836    | Negro      | IIIb                  | S                        | R                 | 2.8                   |
| V7842    | Negro      | IIIb                  | S                        | R                 | 2.7                   |
| V7847    | Negro      | IVa                   | S                        | R                 | 3.3                   |
| V 781    | Rojo       | IIIb                  | R                        | R                 | 2.5                   |
| V7844    | Rojo       | IIIb                  | S                        | R                 | 2.7                   |
| V7917    | Café       | IVa                   | R                        | R                 | 2.0                   |
| V7951    | Crema/rojo | IVa                   | S                        | R                 | 3.7                   |

<sup>1</sup> R = resistente; S = susceptible.

<sup>2</sup> Promedio de tres lecturas en una escala de 1-5; valores hasta tres indican un nivel de tolerancia aceptable.

frijol, y los materiales de los programas nacionales pueden competir con las líneas desarrolladas por el CIAT o con selecciones del banco de germoplasma. Las selecciones superiores entran a los ensayos de rendimiento (EP) y a nuevas evaluaciones por enfermedades y adaptación, y finalmente se seleccionan las líneas del IBYAN.

### Vivero del Equipo de Frijol, VEF

En el segundo año de operación del VEF se hicieron unas pocas modificaciones para lograr su mejoramiento. La mayor modificación consistió en la disminución del número de materiales de 1464 en 1978 a 594 en 1979. Esta disminución se logró mediante el incremento de los requisitos para que un material participe en el VEF; v.g. mejor adaptación a las condiciones del CIAT-Palmira y Popayán y resistencia al BCMV. Antes de entrar al VEF todos los materiales reciben un código único (v.g. BAT, EMP, A) de acuerdo con el proyecto de mejoramiento del cual se han derivado, seguido por un número.

La proporción de materiales negros del VEF de 1978 disminuyó aún más en el VEF de 1979, con solamente 22% de los materiales negros en esta oportunidad. El VEF de 1978 presentó muy pocos materiales con tamaño de semilla grande y mediano, mientras que la proporción en el VEF de 1979 aumentó a un 45% (Cuadro 31).

La resistencia al BCMV se consiguió en un 92% de las líneas mejoradas del CIAT; se encontró el 6% de las líneas segregando por resistencia a mosaico en las pruebas confirmatorias (Cuadro 32).

El VEF de 1979 tenía 20 accesiones del banco de germoplasma con un alto valor como progenitores potenciales, principalmente susceptibles al BCMV, con propósitos de información sobre adaptación general.

El VEF se evalúa fundamentalmente por resistencia a las principales enfermedades, BCMV, roya, mancha angular, añublo bacteriano común, antracnosis y *Empoasca* (Cuadro 33), además de la adaptación en el CIAT y Popayán.

Cuadro 31. Número y proporción de materiales de los programas de mejoramiento del CIAT y otras fuentes en el VEF de 1979, según el tamaño y color de la semilla.

| Tipo de semilla | No. materiales del CIAT | No. materiales otras fuentes |
|-----------------|-------------------------|------------------------------|
| <b>Tamaño:</b>  |                         |                              |
| Grande          | 33 ( 6.8) <sup>1</sup>  | 10 ( 9.2)                    |
| Mediano         | 204 ( 42.6)             | 20 ( 18.3)                   |
| Pequeño         | <u>248 ( 50.6)</u>      | <u>79 ( 72.5)</u>            |
| Total           | 485 (100.0)             | 109 (100.0)                  |
| <b>Color:</b>   |                         |                              |
| Negro           | 96 ( 19.8)              | 35 ( 32.1)                   |
| Rojo            | 68 ( 14.2)              | 13 ( 11.9)                   |
| Otros colores   | <u>321 ( 66.0)</u>      | <u>61 ( 56.0)</u>            |
| Total           | 485 (100.0)             | 109 (100.0)                  |

1 Cifras entre paréntesis son porcentajes.

Mientras que el 17% de los materiales del VEF de 1978 resultaron resistentes o intermedios a la antracnosis, esta frecuencia aumentó a 38% en el VEF de 1979. Si bien se pueden comparar otras frecuencias de resistencia a insectos, pueden ocurrir diferencias relativas debido a

Cuadro 32. Número y proporción de materiales de los programas de mejoramiento del CIAT y otras fuentes en el VEF de 1979 según su reacción al BCMV.

| Calificación al BCMV      | No. materiales del CIAT  | No. materiales otras fuentes |
|---------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Resistente                | 446 ( 92.0) <sup>1</sup> | 84 ( 77.1)                   |
| Variable                  | 30 ( 6.2)                | 4 ( 3.7)                     |
| Susceptible               | 9 ( 1.8)                 | 20 ( 18.3)                   |
| Información no disponible | - -                      | 1 ( 0.9)                     |
| Total                     | 485 (100.0)              | 109 (100.0)                  |

1 Cifras entre paréntesis son porcentajes.

Cuadro 33. Número y proporción de materiales en el VEF de 1979 de acuerdo con su reacción a enfermedades e insectos plaga.

| Calificación              | Roya                   | Mancha angular | Añublo bacterial común | Antracnosis | Mancha blanca | Empoasca   |
|---------------------------|------------------------|----------------|------------------------|-------------|---------------|------------|
| Resistente                | 42 ( 7.1) <sup>1</sup> | 2 ( 0.3)       | 10 ( 1.7)              | 87 (14.6)   | 33 ( 5.6)     | -          |
| Tolerante                 | -                      | -              | -                      | -           | -             | 50 ( 8.4)  |
| Intermedio                | 118 (20.0)             | 118 (20.0)     | 80 (13.5)              | 138 (23.2)  | 395 (66.5)    | 144 (24.2) |
| Susceptible               | 427 (71.9)             | 449 (75.6)     | 498 (83.8)             | 359 (60.4)  | 149 (25.1)    | 401 (67.5) |
| Variable                  | 6 ( 1.0)               | 24 ( 4.0)      | -                      | 9 ( 1.5)    | -             | 15 ( 2.5)  |
| Información no disponible | 1 -                    | 1 -            | 6 ( 1.0)               | 1 -         | 1 -           | -          |

1 Cifras entre paréntesis son porcentajes.

presiones variables de enfermedad. Así, la resistencia a *Empoasca* aumentó de 12 a 33%, indicando claramente la fluctuación en la presión de la plaga de año a año y de paso la dificultad para determinar los progresos del programa en el mejoramiento por resistencia a esta plaga. En el caso de mancha angular ocurrió lo contrario; solamente dos materiales calificaron como resistentes bajo alta presión de la enfermedad en el VEF de 1979.

Alrededor del 65% de los materiales del VEF se adaptaron bien a las condiciones del CIAT-Palmira, y una proporción menor a las condiciones de Popayán. Esto se basa en los datos de adaptación obtenidos en parcelas no protegidas de enfermedades (Cuadro 34).

### Ensayo Preliminar de Rendimiento, EP

En ensayos preliminares de rendimiento (EP), líneas mejoradas avanzadas y seleccionadas en el VEF, se evaluaron por rendimiento en CIAT-Palmira y Popayán. El mismo grupo de controles utilizados el año pasado se incluyó en esta oportunidad (Informe Anual del CIAT, 1978). Los materiales se dividieron en grupos de acuerdo con su hábito de crecimiento y color de la semilla para compararlos con sus respectivos controles. En Popayán las toxicidades de Al y Mn combinadas con deficiencia de P se constituyeron en los principales factores limitantes del suelo. Estas condiciones adversas se corrigieron para obtener un suelo uniforme y evaluar por el potencial de rendimiento en lugar de la habilidad para producir en condiciones inferiores a las óptimas.

En el CIAT-Palmira el ensayo se regó cuando fue necesario; sin embargo, en Popayán dos semanas de sequía afectaron el experimento forzando su madurez temprana. La sequía afectó los rendimientos negativamente puesto

Cuadro 34. Número y proporción de materiales del VEF de 1979 según los grados de adaptación a las condiciones del CIAT-Palmira y Popayán.

| Grado <sup>1</sup>        | Adaptación a: |             |
|---------------------------|---------------|-------------|
|                           | CIAT-Palmira  | Popayán     |
| 1                         | 0             | 0           |
| 2                         | 30 ( 5.0)     | 3 ( 0.5)    |
| 3                         | 356 ( 59.9)   | 46 ( 7.7)   |
| 4                         | 147 ( 24.8)   | 184 ( 31.0) |
| 5                         | 60 ( 10.1)    | 360 ( 60.6) |
| Información no disponible | 1 ( 0.2)      | 1 ( 0.2)    |
| Total                     | 594 (100.0)   | 594 (100.0) |

- 1 Grado de adaptación visual: 1 = excelente; 2 = muy bueno; 3 = bueno; 4 = pobre; 5 = muy pobre.
- 2 Cifras entre paréntesis son porcentajes.

que ocurrió en la etapa de llenado de las vainas en la mayoría de los materiales. Sin embargo, los rendimientos de las líneas mejoradas como de los controles no fueron inferiores a los del CIAT-Palmira.

Los rendimientos de todos los materiales, colores y hábitos de crecimiento, promediaron 15% sobre los obtenidos en los ensayos del año pasado. La explicación para este aumento en los rendimientos radica en la mejor calidad de las líneas mejoradas producto de la selección estricta en los anteriores viveros de VEF. Además, la calidad de la semilla de los controles ha mejorado, provocando un mejor comportamiento que el año anterior (Cuadro 35).

Cuadro 35. Aumento en los rendimientos de líneas avanzadas y controles locales según colores de la semilla, EP de 1978 al EP de 1979 en CIAT-Palmira.

| Materiales                             | Rojo |      |           | Negro |      |           | No negro |      |           | Aumento promedio |
|--|------|------|-----------|-------|------|-----------|----------|------|-----------|------------------|
|  | 1978 | 1979 | % aumento | 1978  | 1979 | % aumento | 1978     | 1979 | % aumento |                  |
| Líneas avanzadas mejoradas             | 2050 | 2433 | 19        | 2330  | 3011 | 29        | 2200     | 2692 | 22        | 23               |
| Controles locales                      | 1470 | 2223 | 50        | 2020  | 2628 | 20        | 1790     | 2408 | 35        | 38               |
| Controles internacionales <sup>1</sup> | 1370 | 2293 | 67        | 2018  | 2916 | 45        | 1530     | 2490 | 63        | 58               |

1 Variedades Jamapa, Porrillo Sintético, ICA-Pijao, Diacol Calima, Brazil 2, G4445.

Aunque los rendimientos de las líneas mejoradas de semilla roja y hábitos de crecimiento II y III no resultaron más altos que el año pasado, superaron los controles. Las líneas mejoradas con hábito de crecimiento I, evaluadas por primera vez, no rindieron más que sus controles, pero presentaron resistencia al BCMV. Las mejores líneas mejoradas con hábito de crecimiento III tuvieron una producción superior a los controles en más de 0.5 ton/ha (Cuadros 36 y 37). Se encontraron grandes diferencias en el rendimiento de las líneas mejoradas de hábitos de crecimiento III y I, pero no dentro del hábito II.

Los materiales tipo II con semilla negra rindieron más que el año pasado. Esto no se observó en el hábito de crecimiento III. Se cree que la severa sequía no permitió que este tipo de frijol se recobrará como normalmente lo hace. En Popayán los materiales mejorados generalmente rindieron significativamente más que los controles (Cuadros 38 y 39).

En el CIAT el grupo de semilla no negra presentó la misma tendencia que los materiales de semilla negra. Las líneas con los hábitos de crecimiento II y III resultaron significativamente superiores a los controles, pero no se obtuvo mejoramiento en las líneas con hábito de crecimiento I. Los resultados indicaron un mejor comportamiento de las nuevas líneas mejoradas que el de los materiales del año pasado (Cuadros 40 y 41), en cuanto a rendimiento.

En general, los resultados de los ensayos mostraron menores coeficientes de variación (CV) que el año pasado en ambas localidades. Los CV variaron de 10 a 18% en el CIAT-Palmira y de 11 a 12% en Popayán.

En resumen, se concluye que los incrementos en el rendimiento en los hábitos de crecimiento II y III en todos los grupos de colores resultaron significativos. Entre 81 materiales de semilla negra con hábito de crecimiento II, 16 produjeron más de 3 ton/ha en las dos localidades y el rendimiento más bajo fue todavía superior a las 2 ton/ha.

Cuadro 36. Los mejores materiales rojos comparados con los controles en el EP de 1979 en CIAT-Palmira,

| Hábito crecimiento I             |                     | Hábito crecimiento II     |                     | Hábito crecimiento III   |                     |
|----------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
| Identificación                   | Rendimiento (kg/ha) | Identificación            | Rendimiento (kg/ha) | Identificación           | Rendimiento (kg/ha) |
| ----- Materiales mejorados ----- |                     |                           |                     |                          |                     |
| Calima flor púrpura              | 2592                | BAT 202                   | 2832                | BAT 44                   | 2579                |
| ICA 10213                        | 2507                | A 21                      | 2764                | BAT 189                  | 2348                |
| BAT 674                          | 2312                | G5066                     | 2626                |                          |                     |
| BAT 706                          | 1605                | G6533                     | 2583                |                          |                     |
|                                  |                     | G5169                     | 2536                |                          |                     |
|                                  |                     | BAT 363                   | 2531                |                          |                     |
|                                  |                     | BAT 258                   | 2196                |                          |                     |
| Promedio                         | 2254                | Promedio                  | 2581                | Promedio                 | 2464                |
| ----- Controles -----            |                     |                           |                     |                          |                     |
| ICA Guali                        | 2893                | BAT 41                    | 2765                | Rojo 011                 | 2481                |
| Pompadur 2                       | 2734                | Forty days                | 2194                | Nahizalco                | 1989                |
| Diacol Calima                    | 2346                | Huila 14 I-652            | 2192                | BAT 47                   | 1860                |
| Sangre de Toro                   | 2025                |                           |                     | Flor de Mayo             | 1731                |
| G0677                            | 1908                |                           |                     | Zamorano 2               | 1473                |
| Promedio                         | 2381                | Promedio                  | 2382                | Promedio                 | 1907                |
| Promedio de 9 materiales         | 2325                | Promedio de 10 materiales | 2522                | Promedio de 7 materiales | 2066                |
| CV%                              | 14                  | CV %                      | 11                  | CV %                     | 18                  |
| DMS .05                          | 323                 | DMS .05                   | 278                 | DMS .05                  | 374                 |

Cuadro 37. Los mejores materiales rojos comparados con los controles en el EP de 1979 en Popayán.

| Hábito crecimiento I           |                     | Hábito crecimiento II     |                     | Hábito crecimiento III   |                     |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
| Identificación                 | Rendimiento (kg/ha) | Identificación            | Rendimiento (kg/ha) | Identificación           | Rendimiento (kg/ha) |
| -----Materiales mejorados----- |                     |                           |                     |                          |                     |
| BAT 706                        | 2197                | BAT 258                   | 3632                | BAT                      | 3354                |
| Clima flor púrpura             | 2007                | BAT 202                   | 3161                | BAT 41                   | 2518                |
|                                |                     | A 21                      | 3031                |                          |                     |
|                                |                     | BAT 363                   | 2547                |                          |                     |
|                                |                     | G6533                     | 2286                |                          |                     |
|                                |                     | G5066                     | 1833                |                          |                     |
|                                |                     | G5169                     | 1486                |                          |                     |
| Promedio                       | 1925                | Promedio                  | 2568                | Promedio                 | 2936                |
| -----Controles-----            |                     |                           |                     |                          |                     |
| Sangre de Toro                 | 2372                | BAT 41                    | 3074                | Flor de Mayo             | 3577                |
| Diacol Calima                  | 2239                | Huila 14 I-652            | 1777                | Zamorano 2               | 2310                |
| ICA Guali                      | 1775                | Forty days                | 1321                | Rojo 011                 | 2176                |
| Pompadur 2                     | 1725                |                           |                     | BAT 47                   | 1725                |
|                                |                     |                           |                     | Nahizalco                | 1637                |
| Promedio                       | 1918                | Promedio                  | 2057                | Promedio                 | 2285                |
| Promedio de 8 materiales       | 1938                | Promedio de 10 materiales | 2446                | Promedio de 7 materiales | 2611                |
| CV %                           | 20                  | CV %                      | 14                  | CV %                     | 15                  |
| DMS .05                        | 395                 | DMS .05                   | 353                 | DMS .05                  | 364                 |

Cuadro 38. Los mejores materiales negros mejorados comparados con los controles en el EP de 1979 en CIAT-Palmira.

| Hábito de crecimiento II       |                     | Hábito de crecimiento III |                     |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| Identificación                 | Rendimiento (kg/ha) | Identificación            | Rendimiento (kg/ha) |
| -----Materiales mejorados----- |                     |                           |                     |
| BAT 450                        | 3381                | BAT 277                   | 3191                |
| BAT 445                        | 3263                | BAT 240                   | 3190                |
| BAT 58                         | 3227                | BAT 179                   | 2922                |
| BAT 502                        | 3142                | BAT 154                   | 2890                |
| BAT 148                        | 3121                | BAT 310                   | 2778                |
| BAT 518                        | 3111                | BAT 186                   | 2765                |
| EMP 9                          | 3101                | BAT 309                   | 2736                |
| BAT 448                        | 3097                | BAT 248                   | 2732                |
| P691-1-CM                      | 3088                | BAT 451                   | 2699                |
| BAT 117                        | 3075                | BAT 263                   | 2698                |
| Promedio                       | 3161                | Promedio                  | 2860                |
| -----Controles-----            |                     |                           |                     |
| ICA-Pijao                      | 3132                | G2959                     | 2837                |
| Porrillo Sintético             | 2965                | G2005                     | 2422                |
| Jamapa                         | 2796                | G3607                     | 2382                |
| ICA-Tui                        | 2753                | Puebla 152                | 2290                |
| Rio Tibaji                     | 2581                |                           |                     |
| Sataya 425                     | 2408                |                           |                     |
| Promedio                       | 2773                | Promedio                  | 2483                |
| Promedio de 81 materiales      | 2812                | Promedio de 31 materiales | 2606                |
| CV %                           | 11                  | CV %                      | 12                  |
| DMS .05                        | 320                 | DMS .05                   | 306                 |

Cuadro 39. Los mejores materiales negros mejorados comparados con los controles en el EP de 1979 en Popayán.

| Hábito de crecimiento II       |                     | Hábito de crecimiento III |                     |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| Identificación                 | Rendimiento (kg/ha) | Identificación            | Rendimiento (kg/ha) |
| -----Materiales mejorados----- |                     |                           |                     |
| BAT 148                        | 3655                | BAT 309                   | 3514                |
| BAT 522                        | 3557                | BAT 304                   | 3412                |
| BAT 137                        | 3463                | BAT 179                   | 3244                |
| BAT 589                        | 3449                | BAT 187                   | 3238                |
| BAT 518                        | 3432                | BAT 240                   | 3188                |
| BAT 519                        | 3412                | BAT 186                   | 3116                |
| BAT 67                         | 3290                | BAT 652                   | 3108                |
| BAT 48                         | 3270                | BAT 154                   | 3098                |
| P691-1-CM                      | 3249                | BAT 268                   | 2995                |
| BAT 445                        | 3238                | BAT 279                   | 2810                |
| Promedio                       | 3401                | Promedio                  | 3171                |
| -----Controles-----            |                     |                           |                     |
| Jamapa                         | 3085                | G2959                     | 2703                |
| Porrillo Sintético             | 2857                | Puebla 152                | 2503                |
| Río Tibaji                     | 2765                | G2005                     | 2442                |
| Sataya 425                     | 2739                | G3607                     | 2231                |
| ICA Píajo                      | 2663                |                           |                     |
| ICA Tui                        | 2648                |                           |                     |
| Promedio                       | 2793                | Promedio                  | 2470                |
| Promedio de 81 materiales      | 2824                | Promedio de 31 materiales | 2653                |
| CV %                           | 12                  | CV %                      | 13                  |
| DMS .05                        | 330                 | DMS .05                   | 355                 |

Cuadro 40. Los mejores materiales mejorados no negros comparados con los controles en el EP de 1979 en CIAT-Palmira.

| Hábito crecimiento I           |                     | Hábito crecimiento II     |                     | Hábito crecimiento III    |                     |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| Identificación                 | Rendimiento (kg/ha) | Identificación            | Rendimiento (kg/ha) | Identificación            | Rendimiento (kg/ha) |
| -----Materiales mejorados----- |                     |                           |                     |                           |                     |
| G5158                          | 2799                | BAT 561                   | 3041                | Carioca                   | 2928                |
| G3843                          | 2551                | BAT 470                   | 2999                | G4017                     | 2871                |
| BAT 360                        | 2084                | BAT 70                    | 2989                | A 23                      | 2828                |
|                                |                     | BAT 332                   | 2963                | A 22                      | 2793                |
|                                |                     | BAT 42                    | 2950                | A 5                       | 2759                |
|                                |                     | BAT 108                   | 2926                | BAT 215                   | 2700                |
|                                |                     | BAT 419                   | 2918                | BAT 339                   | 2606                |
|                                |                     | BAT 85                    | 2895                | BAT 477                   | 2604                |
|                                |                     | BAT 616                   | 2876                | BAT 346                   | 2599                |
|                                |                     | BAT 740                   | 2859                | BAT 83                    | 2405                |
| Promedio                       | 2478                | Promedio                  | 2939                | Promedio                  | 2655                |
| -----Controles-----            |                     |                           |                     |                           |                     |
| Brazil 2 Bico de Ouro          | 2842                | Carioca                   | 3198                | Brazil 343                | 2268                |
| Swedish brown                  | 2217                | G4421                     | 2557                |                           |                     |
|                                |                     | Ex Rico 23                | 2301                |                           |                     |
|                                |                     | G4000                     | 2176                |                           |                     |
|                                |                     | NEP 2                     | 1894                |                           |                     |
| Promedio                       | 2530                | Promedio                  | 2425                | Promedio                  | 2268                |
| Promedio de 5 materiales       | 2499                | Promedio de 54 materiales | 2552                | Promedio de 23 materiales | 2435                |
| CV %                           | 10                  | CV %                      | 13                  | CV %                      | 13                  |
| DMS .05                        | 249                 | DMS .05                   | 324                 | DMS .05                   | 315                 |

Cuadro 41. Los mejores materiales no negros comparados con los controles en el EP de 1979 en Popayán.

| Hábito crecimiento I           |                     | Hábito crecimiento II     |                     | Hábito crecimiento III    |                     |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| Identificación                 | Rendimiento (kg/ha) | Identificación            | Rendimiento (kg/ha) | Identificación            | Rendimiento (kg/ha) |
| -----Materiales mejorados----- |                     |                           |                     |                           |                     |
| G5158                          | 3170                | BAT 336                   | 3698                | G2618                     | 3895                |
| G3843                          | 1884                | BAT 550                   | 3638                | G4017                     | 3374                |
| BAT 360                        | 1523                | BAT 551                   | 3509                | BAT 337                   | 3333                |
|                                |                     | BAT 85                    | 3475                | BAT 525                   | 3301                |
|                                |                     | BAT 528                   | 3453                | BAT 153                   | 3299                |
|                                |                     | BAT 616                   | 3424                | BAT 207                   | 3235                |
|                                |                     | BAT 484                   | 3297                | BAT 477                   | 3210                |
|                                |                     | BAT 332                   | 3282                | Carioca                   | 3143                |
|                                |                     | BAT 93                    | 3250                | BAT 338                   | 3053                |
|                                |                     | BAT 731                   | 3187                | BAT 369                   | 3046                |
| Promedio                       | 2192                | Promedio                  | 3421                | Promedio                  | 3288                |
| -----Controles-----            |                     |                           |                     |                           |                     |
| Brazil 2                       |                     | Carioca                   | 3577                | Brazil 343                | 2349                |
| Bico de Ouro                   | 2644                | NEP 2                     | 3446                |                           |                     |
| Swedish brown                  | 1952                | G4000                     | 2638                |                           |                     |
|                                |                     | G4421                     | 2541                |                           |                     |
|                                |                     | Ex Rico 23                | 2173                |                           |                     |
| Promedio                       | 2298                | Promedio                  | 2875                | Promedio                  | 2349                |
| Promedio de 5 materiales       | 2235                | Promedio de 54 materiales | 2871                | Promedio de 23 materiales | 2719                |
| CV %                           | 16                  | CV %                      | 13                  | CV %                      | 17                  |
| DMS .05                        | 366                 | DMS .05                   | 370                 | DMS .05                   | 291                 |

Además del rendimiento, el vivero de EP es evaluado en su resistencia a enfermedades e insectos-plaga, tolerancia a limitantes climáticos y edáficos, y factores de calidad de la semilla. La tolerancia a la sequía se encontró en materiales con semilla negra y crema (Cuadro 42). El Cuadro 43 presenta las frecuencias de resistencia a las enfermedades e insectos-plaga de más alta prioridad. La resistencia al añublo bacteriano es escasa; se encontró resistencia a la mancha angular en gran proporción debido a la baja presión de la enfermedad. Los viveros de observación EP suministraron la oportunidad de evaluar por resistencia a enfermedades de prioridad muy baja, pero que sin embargo ocurren de vez en cuando (Cuadro 44). La resistencia a la mustia hilachosa y a la mancha por *Ascochyta* se encuentra en frecuencias bajas, pero hay resistencia, la cual será muy útil para suplir las necesidades regionales. Igualmente se

identificó resistencia a la mancha blanca, un problema muy serio en las zonas elevadas de Guatemala.

La incorporación de resistencia múltiple a enfermedades, especialmente combinaciones de enfermedades prioritarias, se constituye en la actualidad en el objetivo más importante del programa. Resistencia combinada a BCMV, roya y antracnosis (un complejo de enfermedades de las regiones de producción frías) se encontró en 17 materiales, entre ellos algunas líneas con altos rendimientos (Cuadro 45). Resistencia múltiple a complejos de enfermedades de regiones con temperaturas elevadas se encontró en dos líneas; este bajo número se debe a la escasa frecuencia de la resistencia al añublo bacteriano.

Cuadro 42. Hábitos de crecimiento y frecuencia de materiales tolerantes a la sequía en los diferentes tipos de frijol evaluados en el EP de 1979.

| Tipo de semilla  | Tamaño | Color                             | Hábito de crecimiento |     |     |          | Sequía |   | Total evaluado |
|------------------|--------|-----------------------------------|-----------------------|-----|-----|----------|--------|---|----------------|
|                  |        |                                   | I                     | II  | III | Variable | T      | I |                |
| Pequeño          |        | Negro                             | 0                     | 76  | 26  | 3        | 9      | 6 | 105            |
| Pequeño          |        | Café                              | 0                     | 13  | 3   | 1        | 0      | 1 | 17             |
| Pequeño          |        | Crema                             | 0                     | 12  | 2   | 0        | 1      | 2 | 14             |
| Pequeño          |        | Crema moteado                     | 0                     | 0   | 2   | 0        | 1      | 0 | 2              |
| Pequeño          |        | Rojo                              | 0                     | 3   | 1   | 1        | 0      | 0 | 5              |
| Pequeño          |        | Amarillo                          | 0                     | 1   | 0   | 0        | 0      | 0 | 1              |
| Pequeño          |        | Blanco                            | 0                     | 3   | 4   | 0        | 1      | 0 | 7              |
| Pequeño          |        | Otros colores                     | 1                     | 16  | 8   | 0        | 0      | 0 | 25             |
| Mediano & grande |        | Rojo, rojo moteado, crema moteado | 1                     | 0   | 0   | 0        | 0      | 0 | 1              |
| Mediano & grande |        | Amarillo                          | 0                     | 0   | 1   | 0        | 0      | 0 | 1              |
| Mediano & grande |        | Blanco                            | -                     | -   | -   | -        | -      | - | -              |
| Mediano & grande |        | Otros colores                     | 2                     | 0   | 0   | 0        | 0      | 0 | 2              |
|                  |        | Total                             | 4                     | 124 | 47  | 5        | 12     | 9 | 180            |

I T = altamente tolerante e I = moderadamente tolerante a la sequía.

Cuadro 43. Frecuencia de materiales resistentes (R) e intermedios (I) a las enfermedades y plagas más importantes en el EP de 1979.

| Tipo de semilla  | Tamaño | Color                             | Roya |    | Angular |    | Antracnosis |    | Añublo bacterial común |    | Salta hojas |    | Total evaluado |
|------------------|--------|-----------------------------------|------|----|---------|----|-------------|----|------------------------|----|-------------|----|----------------|
|                  |        |                                   | R    | I  | R       | I  | R           | I  | R                      | I  | R           | I  |                |
| Pequeño          |        | Negro                             | 33   | 19 | 58      | 42 | 3           | 21 | 0                      | 15 | 8           | 52 | 105            |
| Pequeño          |        | Café                              | 4    | 1  | 7       | 6  | 1           | 3  | 0                      | 1  | 1           | 2  | 17             |
| Pequeño          |        | Crema                             | 4    | 1  | 7       | 6  | 0           | 1  | 0                      | 2  | 2           | 5  | 14             |
| Pequeño          |        | Crema moteado                     | 1    | 0  | 1       | 1  | 0           | 1  | 0                      | 0  | 0           | 0  | 2              |
| Pequeño          |        | Rojo                              | 1    | 0  | 0       | 5  | 0           | 0  | 0                      | 1  | 0           | 1  | 5              |
| Pequeño          |        | Amarillo                          | 1    | 0  | 0       | 1  | 1           | 0  | 0                      | 1  | 0           | 0  | 1              |
| Pequeño          |        | Blanco                            | 6    | 1  | 1       | 5  | 0           | 0  | 0                      | 2  | 0           | 3  | 7              |
| Pequeño          |        | Otros colores                     | 4    | 2  | 13      | 11 | 2           | 3  | 0                      | 5  | 1           | 12 | 25             |
| Mediano & grande |        | Rojo, rojo moteado, crema moteado | 0    | 0  | 0       | 0  | 0           | 0  | 0                      | 0  | 0           | 1  | 1              |
| Mediano & grande |        | Amarillo, crema, castaño          | 0    | 1  | 0       | 1  | 1           | 0  | 0                      | 0  | 0           | 0  | 1              |
| Mediano & grande |        | Blanco                            | -    | -  | -       | -  | -           | -  | -                      | -  | -           | -  | -              |
| Mediano & grande |        | Otros colores                     | 0    | 0  | 1       | 0  | 0           | 0  | 0                      | 0  | 0           | 0  | 2              |
|                  |        | Total                             | 54   | 26 | 88      | 78 | 8           | 29 | 0                      | 17 | 12          | 76 | 180            |

Cuadro 44. Frecuencia de materiales resistentes (R) e intermedios (I) a las enfermedades y plagas de segunda prioridad en el EP de 1979.

| Tipo de semilla  | Color                             | Mancha            |    |                  |    |                |     |                    |    |             |    |                 |    |       |    |
|------------------|-----------------------------------|-------------------|----|------------------|----|----------------|-----|--------------------|----|-------------|----|-----------------|----|-------|----|
|                  |                                   | Quemadura sureste |    | Mustia hilachosa |    | Añublo de hato |     | Añublo de Acocuyta |    | Mancha gris |    | Mancha tropical |    | Acaro |    |
|                  |                                   | R                 | I  | R                | I  | R              | I   | R                  | I  | R           | I  | R               | I  | R     | I  |
| Pequeño          | Negro                             | 92                | 12 | 2                | 14 | 5              | 87  | 0                  | 11 | 10          | 59 | 1               | 0  | 1     | 40 |
| Pequeño          | Café                              | 12                | 1  | 0                | 0  | 2              | 12  | 0                  | 7  | 5           | 6  | 0               | 3  | 0     | 0  |
| Pequeño          | Crema                             | 0                 | 0  | 0                | 0  | 2              | 11  | 0                  | 3  | 3           | 8  | 1               | 0  | 0     | 11 |
| Pequeño          | Crema moteado                     | 1                 | 1  | 0                | 0  | 1              | 1   | 0                  | 0  | 0           | 1  | 0               | 1  | 0     | 1  |
| Pequeño          | Rojo                              | 4                 | 0  | 0                | 0  | 1              | 3   | 0                  | 3  | 3           | 2  | 1               | 0  | 0     | 3  |
| Pequeño          | Amarillo                          | 0                 | 1  | 0                | 0  | 0              | 1   | 0                  | 0  | 0           | 1  | 0               | 0  | 0     | 0  |
| Pequeño          | Blanco                            | 0                 | 0  | 0                | 3  | 2              | 5   | 0                  | 2  | 0           | 4  | 0               | 0  | 0     | 7  |
| Pequeño          | Otros colores                     | 0                 | 0  | 0                | 0  | 4              | 10  | 0                  | 7  | 0           | 13 | 0               | 0  | 0     | 7  |
| Mediano & grande | Rojo, rojo moteado, crema moteado | 1                 | 0  | 0                | 0  | 0              | 1   | 0                  | 0  | 0           | 0  | 1               | 0  | 0     | 1  |
| Mediano & grande | Amarillo, crema castaño           | 0                 | 0  | 0                | 0  | 0              | 0   | 0                  | 1  | 0           | 0  | 0               | 0  | 0     | 0  |
| Mediano & grande | Blanco                            | -                 | -  | -                | -  | -              | -   | -                  | -  | -           | -  | -               | -  | -     | -  |
| Mediano & grande | Otros colores                     | 0                 | 0  | 0                | 0  | 0              | 1   | 0                  | 0  | 1           | 0  | 1               | 0  | 0     | 1  |
|                  | Total                             | 129               | 30 | 2                | 18 | 17             | 132 | 0                  | 34 | 31          | 94 | 0               | 10 | 1     | 83 |

Cuadro 45. Líneas con resistencia múltiple a las enfermedades más prioritarias en el EP de 1979.

| Tipo semilla                      | Rendimiento (kg/ha)   |                     |                       |                     | Resistencia múltiple a enfermedades |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|
|                                   | CIAT                  |                     | Popayán               |                     |                                     |
|                                   | Promedio <sup>1</sup> | Máximo <sup>2</sup> | Promedio <sup>1</sup> | Máximo <sup>2</sup> |                                     |
| Negro pequeño                     | 2827 (17)             | 3097 (BAT 448)      | 2908 (17)             | 3449 (BAT 589)      | BCMV, roya, antracnosis             |
| Café pequeño                      | 2350 (5)              | 2685 (BAT 220)      | 2718 (4)              | 3184 (BAT 100)      | BCMV, roya                          |
| Crema pequeño, crema moteado      | 2583 (7)              | 2963 (BAT 332)      | 3044 (7)              | 3698 (BAT 336)      | BCMV, roya                          |
| Rojo pequeño                      | 2950 (1)              | (BAT 41)            | 2729 (1)              | -                   | BCMV, roya                          |
| Blanco pequeño                    | 2370 (2)              | 2405 (BAT 482)      | 3075 (2)              | 3098 (BAT 482)      | BCMV, roya, añublo bacterial común  |
| Controles internacionales (negro) | 2964 (3)              | 3132 (ICA-Pijao)    | 2868 (3)              | 3085 (Jamapa)       | BCMV                                |
| No negro                          | 2496 (3)              | 2842 (Brazil 2)     | 2352 (3)              | 2644 (Brazil 2)     | BCMV                                |

1 Valores entre paréntesis indican el número de materiales.

2 La identificación de la línea se da entre paréntesis.

## IBYAN, Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol

Los objetivos propuestos para los ensayos internacionales de rendimiento IBYAN, los cuales se iniciaron en 1976, prácticamente han permanecido sin modificación. En el IBYAN de 1979, sin embargo, los materiales se sometieron a selecciones más severas por resistencia a enfermedades. Las fuentes de los materiales incluidos han variado considerablemente de un año a otro (Figura 30). Una proporción mayor de líneas avanzadas mejoradas del CIAT ha sido incluida, en comparación a los años anteriores (1976-77), cuando predominaron las selecciones del banco de germoplasma. El Cuadro 46 enumera los grupos distribuidos hasta finales de 1979 a diferentes partes del mundo.

**Resultados del IBYAN de 1977.** Se obtuvieron durante este año los resultados de 33 grupos de un total de 58

Cuadro 46. Distribución de los ensayos IBYAN de 1976-79 en diferentes regiones del mundo.

| Región                            | Año  |      |      |                   |
|-----------------------------------|------|------|------|-------------------|
|                                   | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 <sup>1</sup> |
| América Latina                    | 69   | 80   | 136  | 101               |
| Norte América, Europa y Australia | 8    | 9    | 5    | 0                 |
| Asia                              | 9    | 14   | 0    | 0                 |
| Africa                            | 4    | 15   | 9    | 9                 |
| Total                             | 90   | 118  | 150  | 110               |

<sup>1</sup> Hasta noviembre 30, 1979.

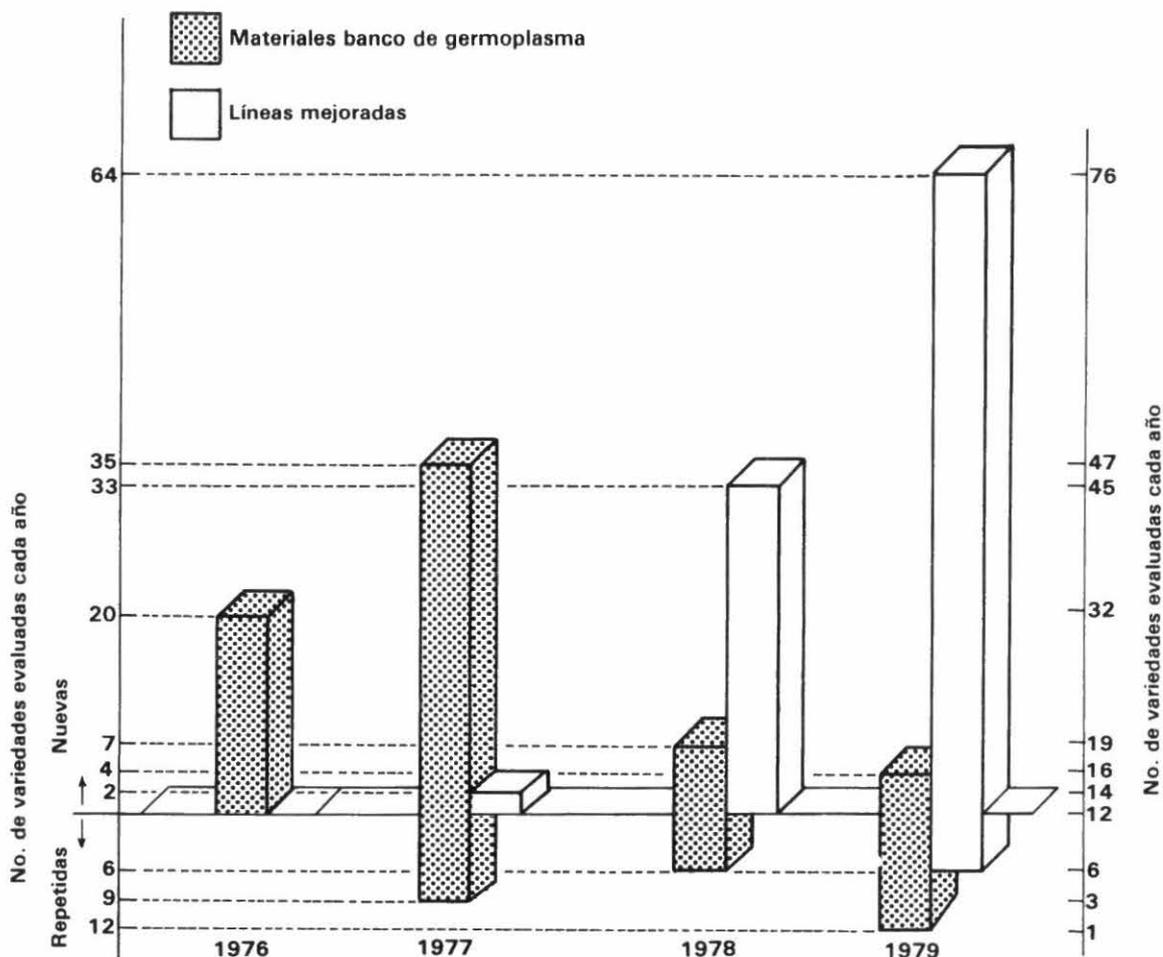


Figura 30. Clase y cantidad de material genético usado en los ensayos de IBYAN durante 1976-79.

IBYAN de semilla negra. En el caso de los IBYAN de otros colores, hay resultados para 21 de los 50 sitios experimentales. Entre los 20 materiales probados en 1976, los nueve materiales más sobresalientes se incluyeron de nuevo en 1977 (Cuadro 47). Debido a su comportamiento consistente, variedades tales como Jamapa, Porrillo Sintético e ICA-Pijao se seleccionaron como controles permanentes para los futuros ensayos con materiales de semilla negra. Para los ensayos coloreados, las variedades Ex Rico 23, Brasil 2 y Diacol Calima se seleccionaron como controles, y serán incluidas en los futuros IBYAN.

Los sitios experimentales se agruparon de acuerdo con niveles de productividad. El Cuadro 48 compara los rendimientos de los cinco mejores materiales experimentales con cinco variedades locales para los IBYAN de semilla negra. Las pequeñas diferencias en los rendimientos al comparar los mejores materiales negros promisorios y los controles indicaron que hay por lo menos una variedad buena de semilla negra disponible para las distintas zonas. Sin embargo, solamente en seis sitios la mejor variedad control fue una de semilla negra.

En el grupo IBYAN de semillas coloreadas la superioridad de las líneas experimentales resultó más evidente. La variedad control solamente sobrepasó la línea experimental en cuatro sitios. A pesar de la superioridad de las líneas experimentales en los grupos de viveros de semilla coloreada, es importante tener en cuenta que las variedades de estos frijoles deben combinar el buen rendimiento con características de la semilla que satisfagan las preferencias del consumidor.

**Resultados del IBYAN de 1978.** Tal como en 1977, dos grupos de viveros se distribuyeron en el IBYAN de 1978; uno de frijoles negros y otro de semillas coloreadas. El Cuadro 49 presenta los materiales sobresalientes en ambos grupos de viveros, según resultados disponibles hasta ahora.

En general, las mejores líneas experimentales presentaron un comportamiento similar al de los mejores controles internacionales, aunque tuvieron mejores rendimientos que las variedades locales empleadas como control. De nuevo, las diferencias observadas en los ensayos de semilla negra indican suficientemente la superioridad neta de los materiales promisorios. En el caso de frijoles coloreados, las diferencias observadas, aunque similares a las presentadas por los frijoles negros, no son suficientes como para considerarlos superiores, si se tiene en cuenta que características del grano tales como color y tamaño deben atender las preferencias del consumidor.

Cuadro 47. Rendimiento promedio de las mejores cinco variedades negras y de otros colores evaluadas en el IBYAN de 1979, comparado con los resultados obtenidos en el IBYAN de 1976.

| Variedad                 | Rendimiento (kg/ha) | Color de la semilla |
|--------------------------|---------------------|---------------------|
| <b>IBYAN 1976</b>        |                     |                     |
| PI 309 804               | 1756                | Negro               |
| Jamapa*                  | 1572                | Negro               |
| ICA-Pijao                | 1566                | Negro               |
| 51051                    | 1546                | Negro               |
| Porrillo Sintético       | 1539                | Negro               |
| Venezuela 2              | 1479                | Negro               |
| Porillo 1                | 1459                | Negro               |
| Brasil 2                 | 1458                | Café                |
| Puebla 152 (P658)        | 1452                | Café                |
| ICA-Tui                  | 1434                | Negro               |
| Puebla 152 (P498)        | 1433                | Negro               |
| S 166 A N                | 1395                | Negro               |
| C 63 S 630 B*            | 1394                | Crema               |
| Pompadour 2              | 1354                | Rojo moteado        |
| Ex Rico 23*              | 1354                | Blanco              |
| Red Kloud*               | 1322                | Rojo                |
| NEP 2*                   | 1288                | Blanco              |
| Diacol-Calima*           | 1288                | Rojo moteado        |
| Line 17                  | 1272                | Rojo moteado        |
| Sanilac                  | 1120                | Blanco              |
| Promedio general         | 1416                |                     |
| DMS .05                  | 96                  |                     |
| DMS .01                  | 120                 |                     |
| <b>IBYAN 1977</b>        |                     |                     |
| <b>Semilla Negra</b>     |                     |                     |
| Line 29                  | 1644                | Negro               |
| BAT 2                    | 1643                | Negro               |
| Pecho Amarillo           | 1604                | Negro               |
| Jamapa*                  | 1576                | Negro               |
| Porrillo Sintético       | 1563                | Negro               |
| Promedio general         | 1466                |                     |
| DMS .05                  | 167                 |                     |
| DMS .01                  | 220                 |                     |
| <b>IBYAN 1977</b>        |                     |                     |
| <b>Semilla Coloreada</b> |                     |                     |
| Ex Rico 23*              | 1954                | Blanco              |
| Basil 2*                 | 1828                | Café                |
| C 63 S 630 B*            | 1790                | Crema               |
| Pirate 1                 | 1744                | Castafío            |
| P17                      | 1653                | Café                |
| Promedio general         | 1572                |                     |
| DMS .05                  | 302                 |                     |
| DMS .01                  | 397                 |                     |

\*Evaluada tanto en el IBYAN de 1976 como de 1977.

Cuadro 48. Rendimiento promedio de las cinco mejores líneas experimentales y cinco variedades locales dentro de cada nivel de productividad en el IBYAN de 1977. Conjunto de frijoles de semilla negra y de otros colores.

| Nivel de productividad | Material           | Semilla negra   |                                    | Color de la semilla                                   |                                    |
|------------------------|--------------------|---|------------------------------------|---|------------------------------------|
|                        |                    | Promedio de los cinco mejores materiales <sup>1</sup> | Promedio del material <sup>2</sup> | Promedio de los cinco mejores materiales <sup>1</sup> | Promedio del material <sup>2</sup> |
| I                      | Línea experimental | 1232 (N = 135) <sup>3</sup>                           | 1279 (N = 27)                      | 958 (N = 15)  | 1120 (N = 3)                       |
|                        | Control            | <u>1051</u>   | <u>1328</u>                        | <u>588</u>  | <u>639</u>                         |
|                        | Diferencia         | 181   | -49                                | 370   | 481                                |
| II                     | Línea experimental | 1683 (N = 105)  | 1930 (N = 21)                      | 1406  | 1579                               |
|                        | Control            | <u>1364</u>   | <u>1887</u>                        | <u>1011</u>   | <u>1501</u>                        |
|                        | Diferencia         | 319   | 43                                 | 395   | 78                                 |
| III                    | Línea experimental | 2066 (N = 90)   | 2243 (N = 18)                      | 1886 (N = 105)  | 2085 (N = 21)                      |
|                        | Control            | <u>1710</u>   | <u>2063</u>                        | <u>1363</u>   | <u>1678</u>                        |
|                        | Diferencia         | 356   | 180                                | 523   | 407                                |
| IV                     | Línea experimental | 2650 (N = 90)   | 2878 (N = 18)                      | 2646 (N = 60)   | 3319 (N = 12)                      |
|                        | Control            | <u>2293</u>   | <u>2768</u>                        | <u>1849</u>   | <u>2495</u>                        |
|                        | Diferencia         | 357   | 110                                | 797   | 824                                |
| V                      | Línea experimental | 2999 (N = 15)   | 3063 (N = 3)                       | 3071 (N = 15)   | 3404 (N = 3)                       |
|                        | Control            | <u>2763</u>   | <u>3099</u>                        | <u>2528</u>   | <u>2824</u>                        |
|                        | Diferencia         | 236   | -36                                | 543   | 580                                |
| VI                     | Línea experimental | 4716 (N = 15)   | 5214 (N = 3)                       | 3093 (N = 15)   | 3248 (N = 3)                       |
|                        | Control            | <u>4675</u>   | <u>5513</u>                        | <u>3193</u>   | <u>3498</u>                        |
|                        | Diferencia         | 41  | -299                               | -100  | -250                               |

1 Promedio de los cinco materiales con más alto rendimiento y de las cinco variedades control en cada sitio.

2 Promedio de la línea experimental de mayor rendimiento y control en cada sitio.

3 Número de observaciones.

Cuadro 49. Rendimientos promedio de los cinco mejores materiales de semilla negra y otros materiales coloreados en el IBYAN de 1978.

| Semilla negra     |          |                     | Semilla coloreada |        |               |                     |
|-------------------|----------|---------------------|-------------------|--------|---------------|---------------------|
| Identificación    | Origen   | Rendimiento (kg/ha) | Identificación    | Origen | Color semilla | Rendimiento (kg/ha) |
| 78A ICA Col 10103 | Colombia | 1732                | BAT 23            | CIAT   | Crema         | 1622                |
| BAT 7             | CIAT     | 1726                | BAT 32            | CIAT   | Crema         | 1534                |
| ICA-Pijao         | Colombia | 1619                | Brazil 2          | Brasil | Café          | 1530                |
| BAT 15            | CIAT     | 1618                | BAT 24            | CIAT   | Rojo          | 1477                |
| Jamapa            | México   | 1528                | Ex Rico 23        | -      | Blanco        | 1450                |
| Promedio general  |          | 1522 <sup>1</sup>   | Promedio general  |        |               | 1351 <sup>2</sup>   |

1 Promedio de 20 variedades y 30 sitios.

2 Promedio de 20 variedades y 37 sitios.

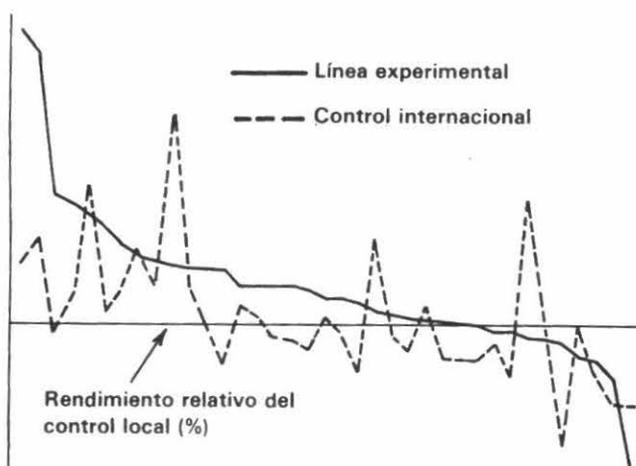


Figura 31. Rendimiento relativo de las mejores líneas experimentales y controles internacionales, comparado con los controles locales en 36 sitios de semilla coloreada en el IBYAN

El Cuadro 50 indica que las mejores líneas experimentales incluídas en el IBYAN de 1976-78 sobrepasaron los rendimientos de las mejores variedades locales. La ventaja de las líneas experimentales sobre los controles locales fue mayor en el caso de los materiales coloreados que en los de semilla negra. Los resultados también indican que en la mayoría de los sitios experimentales existe por lo menos

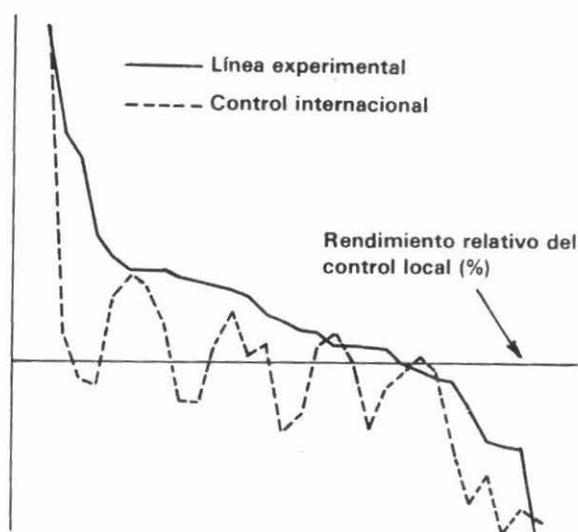


Figura 32. Rendimiento relativo de las mejores líneas experimentales y controles internacionales, comparado con los controles locales de 30 sitios de semilla negra del IBYAN de 1978.

una buena variedad local (Figuras 31 y 32). Las líneas experimentales sobrepasaron los rendimientos tanto de los controles locales como de los internacionales en la mayoría de los sitios.

Cuadro 50. Rendimiento promedio de las mejores líneas y controles locales en el IBYAN de 1976-1978.

| Año  | Ensayo            | Cinco mejores líneas experimentales | Cinco mejores <sup>1</sup> variedades locales | Mejores líneas <sup>2</sup> experimentales | Mejores variedades locales |
|------|-------------------|-------------------------------------|---|--|----------------------------|
| 1976 | Zona templada     | 2450<br>(128%)                      | 1913<br>(100%)                                | 2730<br>(113%)                             | 2416<br>(100%)             |
|      | Zona tropical     | 1613<br>(135%)                      | 1193<br>(100%)                                | 1828<br>(121%)                             | 1506<br>(100%)             |
| 1977 | Semilla negra     | 1180 (N=490)<br>(115%)              | 1629 (N=490)<br>(100%)                        | 2031 (N=74)<br>(108%)                      | 1883 (N=74)<br>(100%)      |
|      | Semilla coloreada | 1888 (N=315)<br>(133%)              | 1416 (N=306)<br>(100%)                        | 2279 (N=45)<br>(123%)                      | 1849 (N=45)<br>(100%)      |
| 1978 | Semilla negra     | 1764 (N=450)<br>(117%)              | 1508 (N=444)<br>(100%)                        | 2230 (N=69)<br>(116%)                      | 1920 (N=78)<br>(100%)      |
|      | Semilla coloreada | 1764 (N=551)<br>(125%)              | 1413 (N=551)<br>(100%)                        | 1980 (N=99)<br>(110%)                      | 1798 (N=99)<br>(100%)      |

1 Promedio de las cinco líneas prometedoras de mayor rendimiento en cada sitio y de las cinco mejores variedades control.

2 Promedio de las líneas con rendimientos más altos y control en cada sitio.

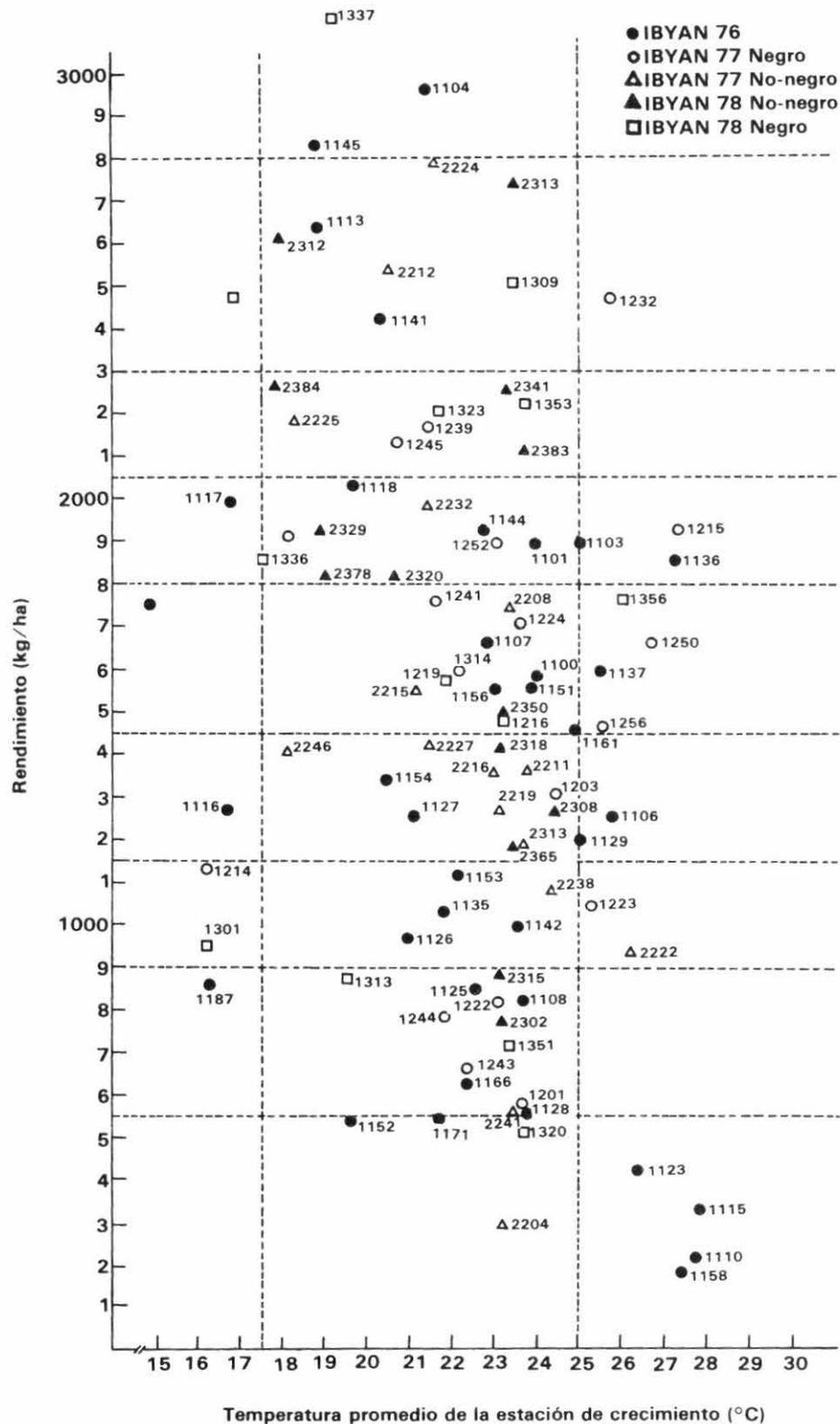


Figura 33. Rendimiento promedio de los materiales del IBYAN según la temperatura promedio de crecimiento en 1976, 1977 y 1978.

|                                |                      |         |                                    |                      |         |
|--------------------------------|----------------------|---------|------------------------------------|----------------------|---------|
| IBYAN 1976 (Series 1100)       |                      |         | 1243                               | San Jerónimo         | GUAT    |
| 1100                           | Palmira              | COL     | 1244                               | Monjas               | GUAT    |
| 1101                           | Palmira              | COL     | 1245                               | La Habana            | CUBA    |
| 1103                           | Bolicho              | ECU     | 1250                               | Maharashtra          | INDIA   |
| 1104                           | Beit Dagan           | ISRL    | IBYAN 1977 Black (Series 1200)     |                      |         |
| 1106                           | San Andrés           | SALV    | 1252                               | Tiete                | BRA     |
| 1107                           | Palestina            | COL     | 1256                               | Maracay              | VEN     |
| 1108                           | Ilonga               | TANZ    | IBYAN 1977 Non Black (Series 2200) |                      |         |
| 1110                           | Sta. Cruz Porrillo   | SALV    | 2204                               | Cayo District        | BEL     |
| 1113                           | Ithaca               | USA     | 2208                               | Palestina            | COL     |
| 1115                           | Camarines Sur        | FIL     | 2211                               | Palmira              | COL     |
| 1116                           | Cambridge            | ENGLD   | 2212                               | Beit Dagán           | ISRL    |
| 1117                           | Sapporo              | JAP     | 2215                               | Danli                | HOND    |
| 1118                           | Saginaw              | USA     | 2216                               | Zamorano             | HOND    |
| 1123                           | Sta. Fé de Antioquia | COL     | 2219                               | Palestina            | COL     |
| 1125                           | Chiclayo             | PERU    | 2222                               | Sta. Fe de Antioquia | COL     |
| 1126                           | Lima                 | PERU    | 2224                               | Culiacán             | MEX     |
| 1127                           | Londrina             | BRA     | 2225                               | Santiago             | CHILE   |
| 1128                           | San Andrés           | SALV    | 2227                               | Viçosa               | BRA     |
| 1129                           | San Andrés           | SALV    | 2232                               |                      |         |
| 1135                           | Zamorano             | HOND    | 2238                               | Santiago             | DOM REP |
| 1136                           | Iguala               | MEX     | 2241                               | Santiago             | DOM REP |
| 1137                           | Sebaco               | NIC     | 2246                               | Luyengo              | SWAZ    |
| 1141                           | Culiacán             | MEX     | IBYAN 1978 Black (Series 1300)     |                      |         |
| 1142                           | Palmira              | COL     | 1301                               | Chimaltenango        | GUAT    |
| 1144                           | Stgo. Ixcuintla      | MEX     | 1309                               | Palmira              | COL     |
| 1145                           | Santiago             | CHILE   | 1313                               | Viçosa               | BRA     |
| 1151                           | Santiago             | DOM REP | 1314                               | Viçosa               | BRA     |
| 1152                           | Lavras               | BRA     | IBYAN 1978 Black (Series 1300)     |                      |         |
| 1153                           | Pato de Minas        | BRA     | 1320                               | La Huerta            | MEX     |
| IBYAN 1976 (Series 1100)       |                      |         | 1323                               | Alquizar             | CUBA    |
| 1154                           | Viçosa               | BRA     | 1336                               | Chillán              | CHILE   |
| 1156                           | Janauba              | BRA     | 1337                               | Graneros             | CHILE   |
| 1157                           | Graneros             | CHILE   | 1351                               | Rio de Janeiro       | BRA     |
| 1158                           | Sta. Cruz Porrillo   | SALV    | 1353                               | Palmira              | COL     |
| 1161                           | Boca de Mao          | DOM REP | 1356                               | Sta. Cruz            | BOL     |
| 1166                           | Lima                 | PERU    | 1360                               | Popayán              | COL     |
| 1171                           | Londrina             | BRA     | IBYAN 1978 Non Black (Series 2300) |                      |         |
| 1187                           | Lima                 | PERU    | 2302                               | Zamorano             | HOND    |
| IBYAN 1977 Black (Series 1200) |                      |         | 2308                               | Ahuachapán           | SALV    |
| 1201                           | Jutiapa              | GUAT    | 2312                               | Popayán              | COL     |
| 1203                           | Ahuachapán           | SALV    | 2313                               | Palmira              | COL     |
| 1214                           | Lima                 | PERU    | 2315                               | Ponte Nova           | BRA     |
| 1215                           | Atescatempa          | GUAT    | 2318                               | Campinas             | BRA     |
| 1216                           | Goiania              | BRA     | 2320                               | Celaya               | MEX     |
| 1219                           | Viçosa               | BRA     | 2329                               | Chiclayo             | PERU    |
| 1222                           | Londrina             | BRA     | 2341                               | Irece                | BRA     |
| 1223                           | Sta. Tecla           | SALV    | 2350                               | Zamorano             | HOND    |
| 1224                           | Palmira              | COL     | 2365                               | Santiago             | DOM REP |
| 1232                           | Stgo. Ixcuintla      | MEX     | 2378                               | Santiago             | CHILE   |
| 1233                           | Chillán              | CHILE   | 2383                               | Palmira              | COL     |
| 1239                           | Potchefstroom        | S. AFR  | 2384                               | Popayán              | COL     |
| 1241                           | Montevideo           | URUG    |                                    |                      |         |

**Interacción genotipo/ambiente.** Las matrices de correlación entre los rendimientos medios de cualquier línea promisoría en un ambiente específico con su rendimiento promedio en cualquier otro sitio experimental en los IBYAN de 1976 y 1977, presentaron una relación relativamente baja. Esto indica que es difícil predecir el comportamiento de una variedad o línea en cuanto a su rendimiento en cualquier sitio. Sin embargo, es importante anotar que en Palmira y Popayán se encontró una alta correlación en rendimiento con el de un número considerable de sitios experimentales, lo cual indica que los materiales allí adaptados deberían presentar una buena adaptación general.

**Niveles potenciales de productividad de los sitios experimentales.** En el primer intento de análisis de los factores responsables de los distintos niveles de productividad potencial de un material dado en ambientes diferentes, se hizo un análisis de conglomerado basado en

los rendimientos de 20 líneas experimentales para cada uno de los sitios de los IBYAN de 1976-78. Los resultados indican que las regiones de alta productividad son preferencialmente las zonas templadas, donde la incidencia de insectos y enfermedades es menor que en los trópicos. En muchos casos los frijoles en esas regiones se cultivan bajo riego y condiciones climáticas favorables para una alta producción; v.g. alta radiación solar, alta temperatura diurna y relativamente baja durante la noche. Las regiones de baja productividad generalmente se encuentran en los trópicos donde las condiciones climáticas, las enfermedades e insectos no permiten mayores rendimientos. En las zonas intermedias las prácticas de manejo pueden determinar variaciones importantes en los rendimientos. Tal como se ha demostrado (Informe Anual del CIAT, 1978), los frijoles se producen dentro de un rango de temperatura de 15°C a 28°C. Las variaciones en los rendimientos dentro de estos límites de temperatura indican que, además de esta, existen otros factores que limitan la productividad (Figura 33).

# Evaluación y Mejoramiento de Prácticas Agronómicas

## Fijación de Nitrógeno

**Evaluación de aislamientos.** La evaluación de aislamientos de *Rhizobium phaseoli* continuó durante 1979 con más de 200 aislamientos en frascos Leonard para fijación de N con la variedad Porrillo Sintético en condiciones de invernadero. Muchos aislamientos que no se habían probado resultaron altamente eficientes (Figura 34); sin embargo, el aislamiento CIAT 57, ampliamente utilizado en los estudios anteriores en Popayán, resultó inefectivo en las altas temperaturas del invernadero.

Treinta y seis aislamientos de *R. phaseoli* probados en el campo en ensayos con repetición en CIAT-Quilichao,

presentaron una amplia variación en la fijación simbiótica de N<sub>2</sub>. Tres aislamientos, CIAT 112, 127 y 612, sobrepasaron la producción de las parcelas que recibieron 100 kg N/ha (Figura 35).

**Ensayo Internacional de Inoculación de Frijol.** Con el objeto de evaluar el comportamiento de aislamientos de *Rhizobium* en diferentes sitios de América Latina, se distribuyó un Ensayo Internacional de Inoculación de Frijol (IBIT) en 1979. El experimento que comprendía 10 aislamientos de *Rhizobium* y sus controles respectivos para demostrar la respuesta a la fertilización con nitrógeno, se remitió a investigadores en ocho países (Cuadros 51 y 52). Hay resultados de la nodulación en cinco localidades (Cuadro 53).

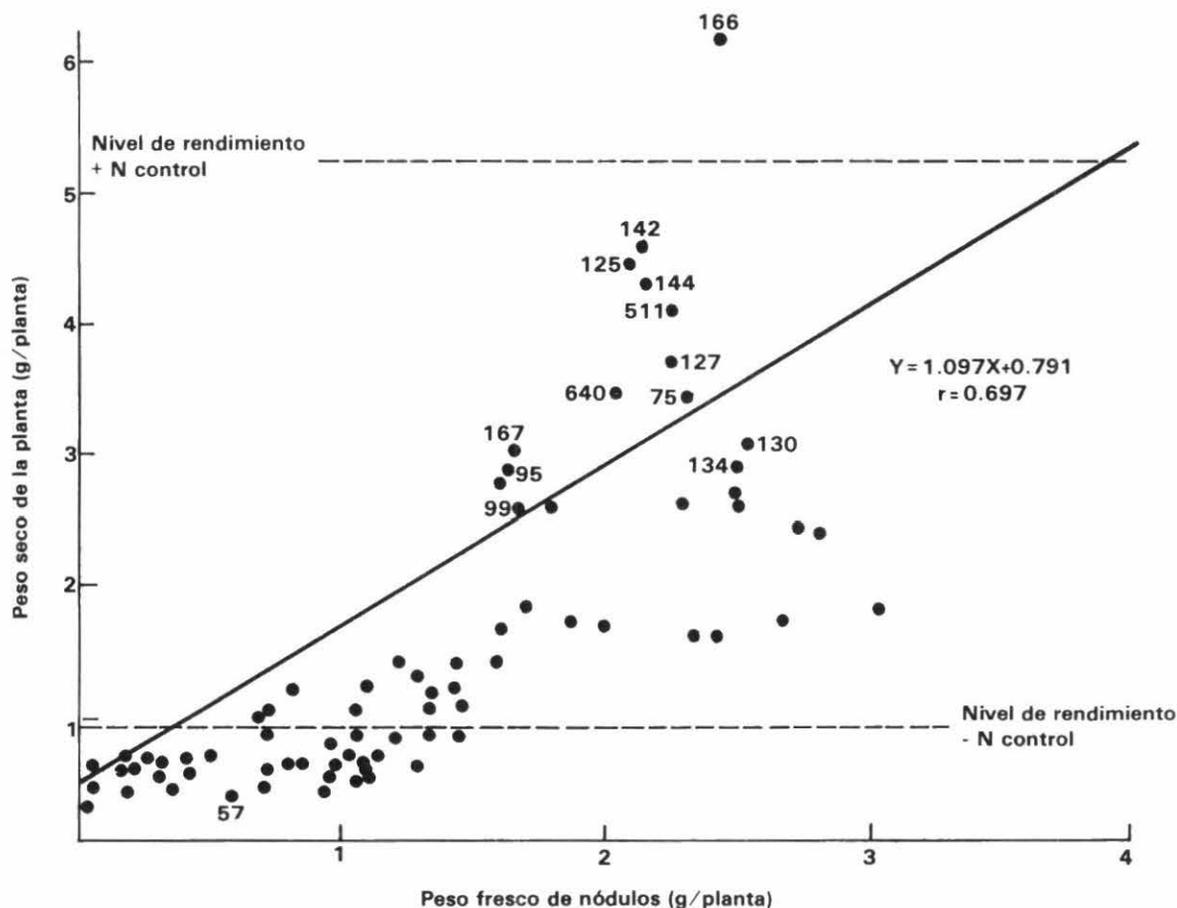


Figura 34. Correlación entre peso seco de la planta y el peso fresco de los nódulos en la variedad P566 inoculada con diferentes aislamientos de *Rhizobium phaseoli* en frascos Leonard bajo condiciones de invernadero.

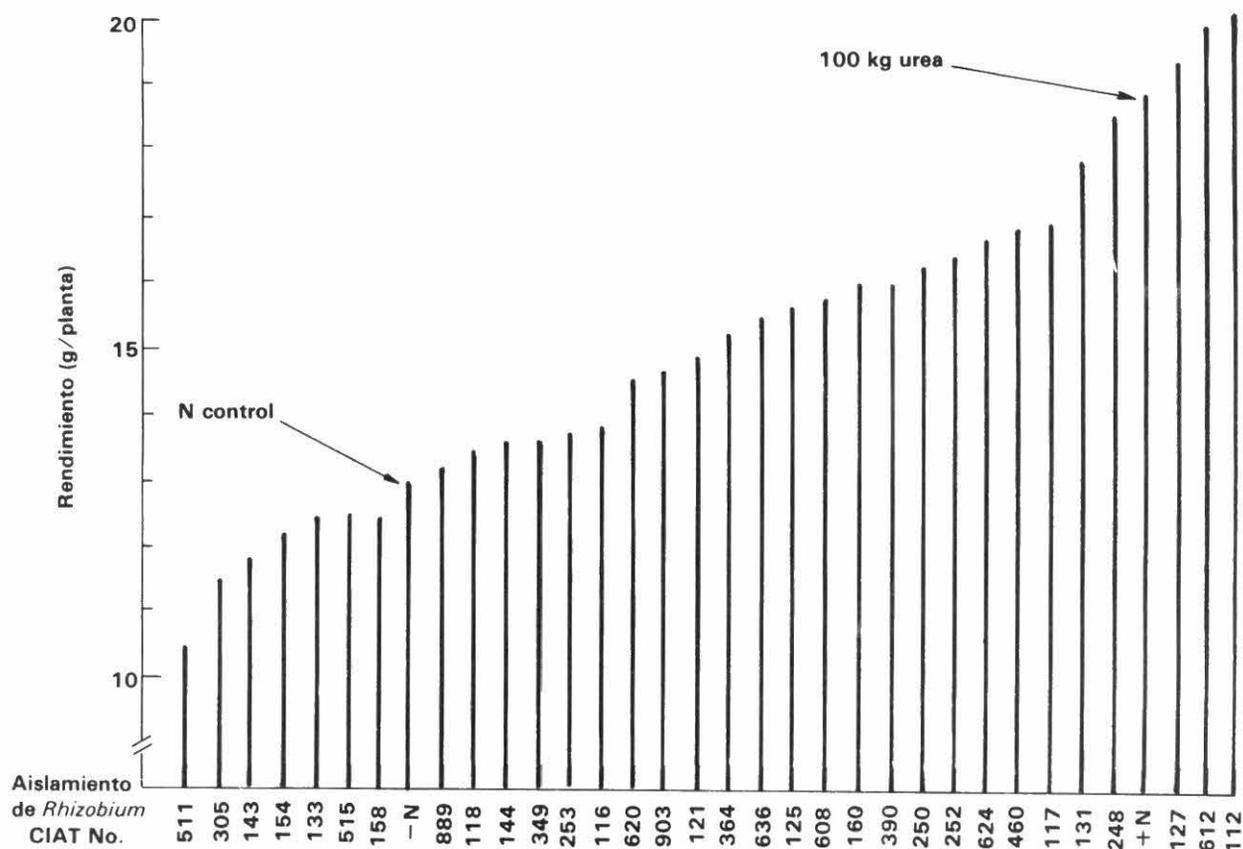


Figura 35. Respuesta en el rendimiento de Porrillo Sintético a las inoculaciones de *Rhizobium* en CIAT-Quilichao.

Cuadro 51. Aislamientos usados en el Ensayo Internacional de Inoculación de Fríjol (IBIT) durante 1979<sup>1</sup>.

| CIAT No. | No. origen | Sitio de origen          |
|----------|------------|--------------------------|
| 45       | F310       | IPEACS, Brasil           |
| 57       | CC511      | CSIRO, Australia         |
| 255      | Z272       | PROMYF, Honduras         |
| 632      | 21         | ICTA, Guatemala          |
| 640      | Z632       | CIAT, Colombia           |
| 676      | 3620       | Rothamsted, Inglaterra   |
| 893      | M20        | CIAT, Colombia           |
| 903      | Tal 182    | Niftal, Estados Unidos   |
| 904      | 487        | RGS, Brasil              |
| 905      | 127 K 17   | Nitragin, Estados Unidos |

<sup>1</sup> Los aislamientos 140, 147 y 625 se incluyeron en las primeras versiones del IBIT.

Cuadro 52. Distribución del Ensayo Internacional de Inoculación del Fríjol (IBIT) durante 1979.

| País                 | No. de grupos | Localidades                             |
|----------------------|---------------|---|
| Brasil               | 1             | Piracicaba                              |
| Colombia             | 3             | La Selva y Santander                    |
| República Dominicana | 1             |   |
| Ecuador              | 1             | Santa Catalina                          |
| El Salvador          | 3             | Centa, Ahuachapan                       |
| México               | 3             | Guanajuato, San Juan, Tlaxcala y Celaya |
| Perú                 | 1             | Chiclayo                                |
| Estados Unidos       | 1             | Maui                                    |
| Total                | 16            |   |

De nuevo resultó evidente la eficiencia del aislamiento CIAT 57 en las tierras altas, y su ineficiencia en las localidades con temperaturas altas. En CIAT-Quilichao los controles sin inocular resultaron fuertemente nodulados, lo cual dificultó la interpretación de las reacciones a la inoculación (Cuadro 54). En La Selva se logró una respuesta elevada tanto a la fertilización con nitrógeno como a la inoculación, con rendimientos para varios de los aislamientos similares a los logrados con fertilización con nitrógeno.

**Estudios sobre tolerancia a pH bajo y Al y Mn altos.** Veintidós aislamientos de *Rhizobium* eficientes en la fijación de N<sub>2</sub> en *P. vulgaris*, se evaluaron en su tolerancia a la acidez (crecimiento a pH 4.6 en medio de agar con glicerol como fuente de carbono), y al Al (crecimiento a pH 4.6 en presencia de 2-4 ppm Al<sup>3+</sup>) y Mn (crecimiento a pH 4.6 y 5.0 con 200 y 400 ppm Mn<sup>2+</sup>). Varios aislamientos altamente eficientes crecieron bien a pesar de los niveles de

estrés en estos experimentos. Se están haciendo estudios para relacionar la tolerancia de los aislamientos en los medios nutritivos con el comportamiento en el campo.

**Método de preselección para evaluar aislamientos de *Rhizobium*.** La producción de pigmento por los aislamientos de *Rhizobium* cuando crecen en un medio que contiene hidrocloreto de tetrazolio puede indicar cultivos eficientes en metabolismo del hidrógeno, y probablemente efectivos en la fijación de N<sub>2</sub>. Cuando 100 aislamientos de *R. phaseoli* crecieron en un medio que contenía hidrocloreto de tetrazolio, solamente nueve (CIAT 45, 96, 125, 166, 167, 640, 895, 899 y 905) indujeron la reducción del colorante en colonias aisladas (Figura 36). Como todos estos son altamente eficientes en la simbiosis con *P. vulgaris*, se harán estudios sobre la asimilación de hidrógeno por parte de estos cultivos bacteriales. Una variante de *A. radiobacter* también redujo el tetrazolio F<sub>1</sub>.

Cuadro 53. Resultados del desarrollo de nódulos en el Ensayo Internacional de Inoculación de Fríjol (IBIT) durante 1979.

| Cultivo de<br><i>Rhizobium</i><br>CIAT No.          | Localidad, altitud (msnm) y variedad usada |              |              |              |                  |
|---|--|--------------|--------------|--------------|------------------|
|   | CIAT-Quilichao                             | Popayán      | La Selva     | Obonuco      | Chiclayo         |
|   | 1000<br>P566                               | 1700<br>P498 | 2200<br>P590 | 2700<br>P590 | 100<br>Muy finca |
| Peso fresco de los nódulos (mg/planta) <sup>1</sup> |  |              |              |              |                  |
| 45  | 267  | -            | 340          | -            | 85               |
| 57  | 149  | 656          | 550          | 286          | 104              |
| 140   | 319  | 310          | 545          | 314          | -                |
| 147   | 377  | -            | 295          | -            | -                |
| 255   | 202  | -            | 622          | -            | 84               |
| 625   | 326  | 376          | 295          | 173          | -                |
| 632   | 344  | 392          | 332          | 536          | 145              |
| 640   | 263  | 306          | 370          | 192          | 161              |
| 676   | 216  | 264          | 297          | 248          | 69               |
| 893   | 368  | -            | 302          | -            | 51               |
| Control -N  | 383  | 30           | 252          | 152          | 58               |
| Control +N <sup>2</sup>                             | 26   | 100          | 202          | 58           | 27               |

1 Medido a los 33-45 días después de la siembra.

2 Fertilización con nitrógeno: 100 kg urea/ha.

Cuadro 54. Influencia de la inoculación en el rendimiento de las variedades de frijol P566 en CIAT-Quilichao y P590 en La Selva en el ensayo Internacional de Inoculación de Frijol (IBIT) durante 1979.

| Cultivo de Rhizobium<br>CIAT No. | Rendimiento (kg/ha)    |                  |
|----------------------------------|------------------------|------------------|
|                                  | Localización           |                  |
|                                  | CIAT-Quilichao<br>P566 | La Selva<br>P590 |
| 45                               | 932                    | 2636             |
| 57                               | 958                    | 3073             |
| 140                              | 901                    | 2130             |
| 147                              | 1075                   | 3610             |
| 255                              | 1096                   | 2750             |
| 625                              | 1060                   | 3346             |
| 640                              | 990                    | 3590             |
| 676                              | 1015                   | 3060             |
| 893                              | 922                    | 3356             |
| Control -N <sup>1</sup>          | 918                    | 2300             |
| Control +N <sup>1</sup>          | 1066                   | 3886             |

<sup>1</sup> Fertilización con nitrógeno: 100 kg urea/ha.

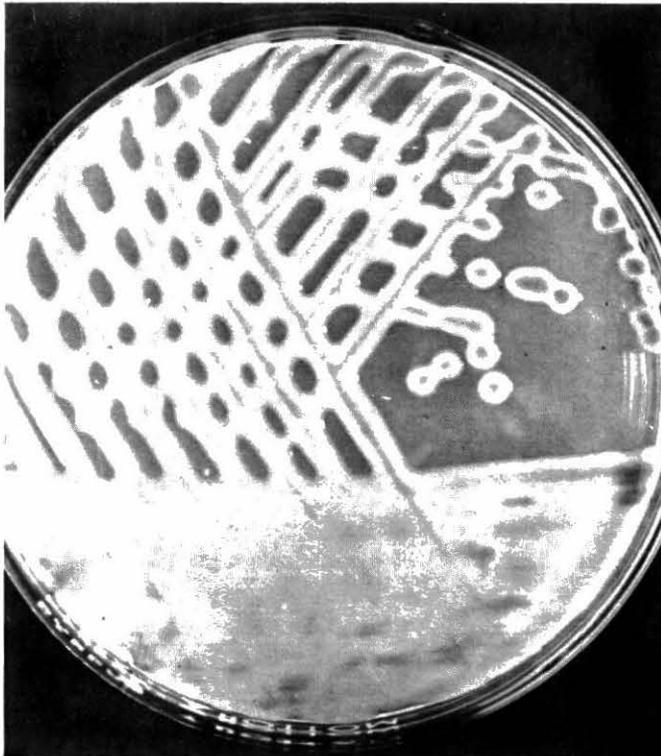


Figura 36. Reducción del hidrocloreto de tetrazolio por cultivos de *Rhizobium* eficientes en la fijación de N<sub>2</sub> con *Phaseolus vulgaris*.

**Influencia de la fertilización con nitrógeno en la fijación de N<sub>2</sub>.** La influencia de nitrógeno combinado (0, 15, 45 y 90 kg N/ha) en la fijación de N<sub>2</sub> (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) se evaluó en las variedades Cargamanto y Puebla 152. La fertilización con solamente 15 kg/ha de nitrógeno combinado disminuyó las tasas estacionales de fijación de N<sub>2</sub> (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) en 39.6% (Figuras 37 y 38). Estos resultados demuestran el balance existente entre el efecto benéfico en el rendimiento y los efectos negativos en la fijación de N<sub>2</sub> de los tratamientos iniciadores de nitrógeno.

**Influencia de las asociaciones de maíz-frijol arbustivo en la fijación de N<sub>2</sub> (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>).** Estudios anteriores (Informe Anual del CIAT, 1977) consideraron los efectos de la asociación con maíz en la fijación de N<sub>2</sub> (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) en los frijoles trepaúores. Este año los parámetros de fijación de nitrógeno se obtuvieron con la variedad Puebla 152 sembrada simultáneamente con maíz, o sembrada dos y cuatro semanas después. También se sembraron monocultivos de frijol en las fechas anteriores para demostrar los efectos de la fecha de siembra en la fijación de N<sub>2</sub>.

La asociación con el maíz benefició el desarrollo del frijol en los primeros muestreos (Figura 39). Sin embargo, alrededor de los 58 días, los frijoles sembrados 28 días después del maíz alcanzaron solamente el 80% del peso de los frijoles sembrados al mismo tiempo en monocultivo. A la maduración el efecto competitivo de la asociación con

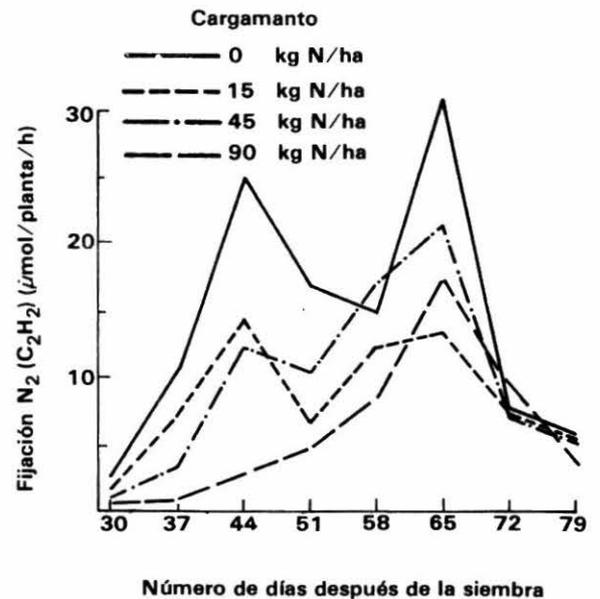


Figura 37. Influencia de la fertilización con N en la fijación de N<sub>2</sub> (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) con la variedad Cargamanto.

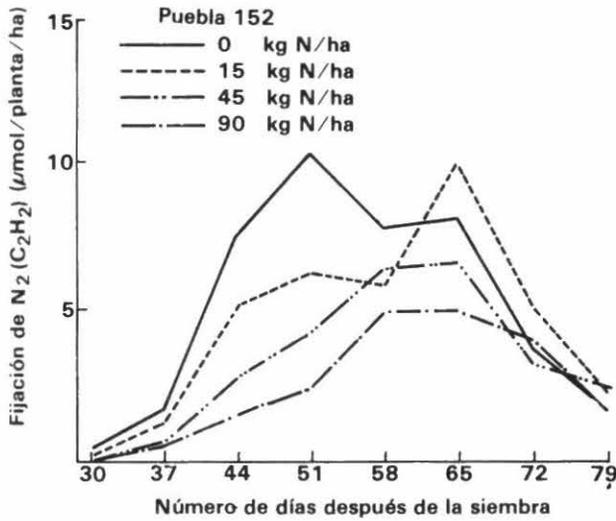


Figura 38. Influencia de la fertilización con N en la fijación de N<sub>2</sub> (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) con la variedad Puebla 152.

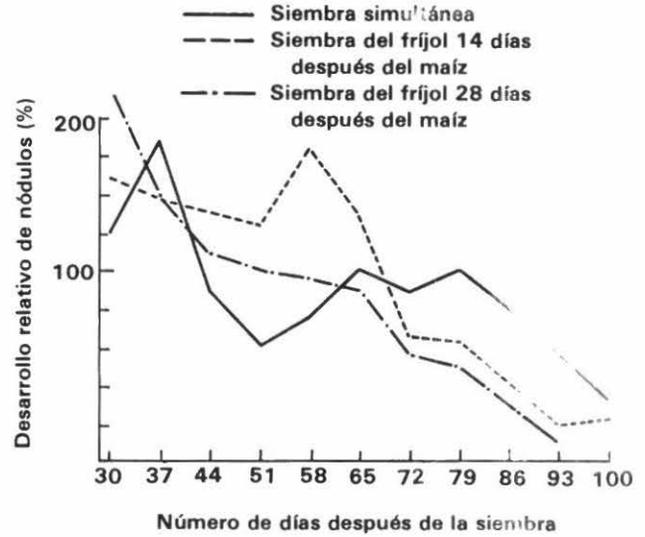


Figura 40. Efecto de las fechas relativas de siembra en la asociación maíz-frijol arbustivo sobre el desarrollo relativo de los nódulos (peso fresco del nódulo en asociación ÷ peso fresco nódulos en monocultivo x 100) en la variedad Puebla 152.

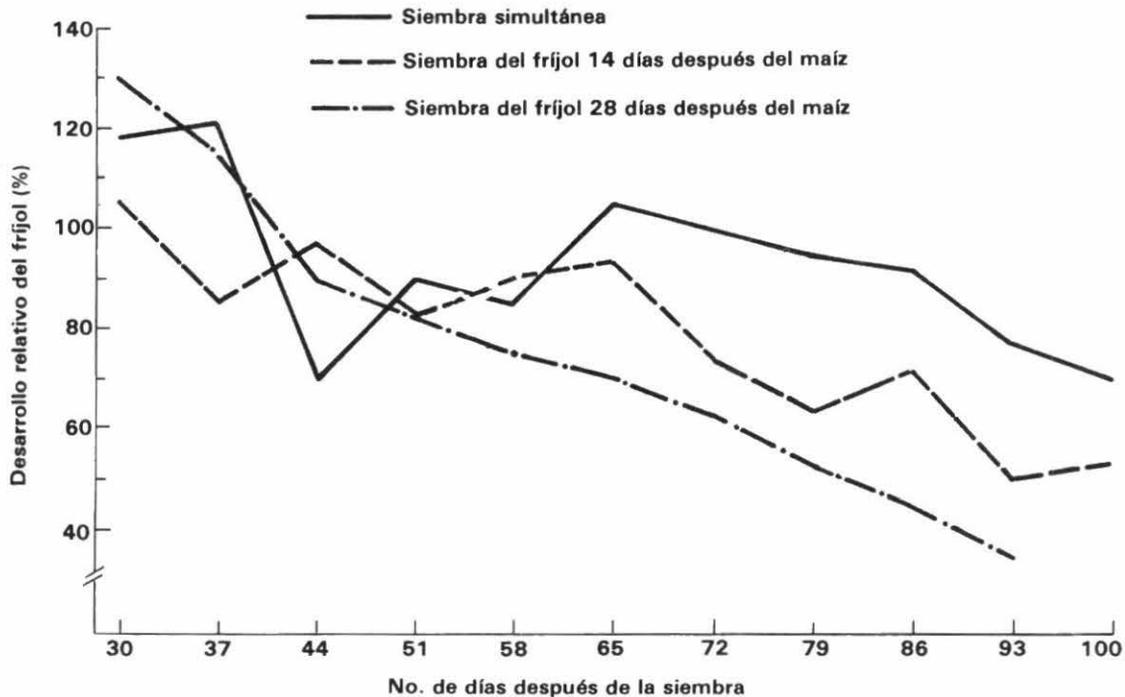


Figura 39. Efecto de las fechas relativas de siembra en la asociación maíz-frijol arbustivo sobre el desarrollo relativo (var. Puebla 152) (peso seco de la planta en asociación ÷ peso seco de la planta en monocultivo x 100) en Popayán.

maíz resultó evidente en todas las tres siembras asociadas, con rendimientos disminuidos en 25, 55 y 73% para las siembras simultáneas, y 14 y 28 días de diferencia en las siembras, respectivamente. El desarrollo de los nódulos en las siembras asociadas resultó inicialmente mayor que en

los monocultivos de control (Figura 40), y aún 65 días después de la siembra no era significativamente menor que en los tratamientos de monocultivo. Sin embargo, el peso fresco de los nódulos después de la floración disminuyó mucho más en las siembras asociadas que en los

monocultivos. Los niveles de fijación de  $N_2$  ( $C_2H_2$ ) en siembras asociadas y en monocultivo se presentan en el Cuadro 55. La inhibición en la fijación de  $N_2$  ( $C_2H_2$ ) en las siembras asociadas a los 86 y 100 días de la toma de la muestra resultó evidente.

**Tratamiento de la semilla con fungicida y la metodología de inoculación.** El tratamiento de la semilla con un fungicida es una práctica muy común y puede contribuir al fracaso de la inoculación, razón por la cual se buscaron procedimientos de inoculación compatibles con los tratamientos de la semilla. Cuando se aplicó *R. phaseoli* en semillas tratadas con PCNB, captan o thiram, en turba estéril, las células de *R. phaseoli* murieron rápidamente (Figura 41), siendo el captan más tóxico que los otros productos. Suponiendo que se necesitan  $10^3$  células/semilla para obtener nodulación en suelos normales, las semillas tratadas con PCNB o thiram deberían tener suficientes células viables para cumplir tal requisito solamente 24 horas después del contacto inicial entre el fungicida y el inóculo.

Cuando las semillas tratadas con PCNB, thiram o carbofuran se inocularon, se peletizaron con cal y se sembraron inmediatamente, su nodulación no resultó

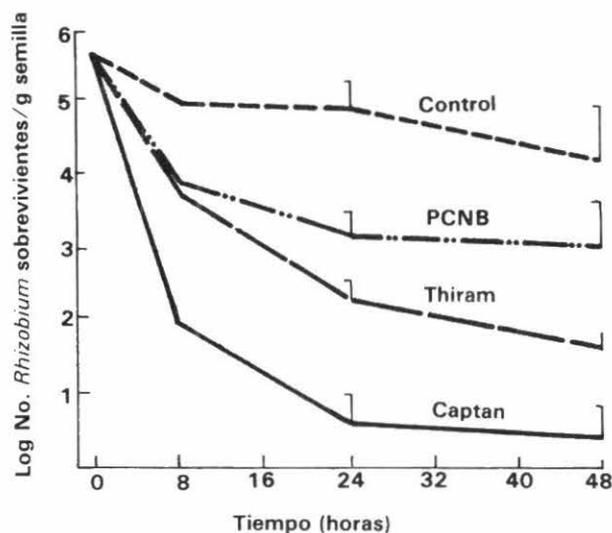


Figura 41. Sobrevivencia de *Rhizobium* en semilla tratada con diferentes fungicidas.

diferente de la presentada por la semilla inoculada y sin tratar. El peso de los nódulos frescos mejoró en el caso de la semilla tratada con PCNB o carbofuran (Cuadro 56). Tanto la inoculación como el tratamiento de la semilla con PCNB aumentaron significativamente el rendimiento en

Cuadro 55. Influencia de la asociación con maíz y tiempo de siembra en la fijación de  $N_2$  en el frijol arbustivo Puebla 152 en Popayán (1978B).

| Sistema de siembra                              | $\mu\text{mol } C_2H_4 \text{ producido/planta/ha}$ |       |       |      |
|---|---|-------|-------|------|
|   | No. de días después de la siembra                   |       |       |      |
|   | 58  | 72    | 86    | 100  |
| <b>Sistema simultánea</b>                       |   |       |       |      |
| Monocultivo                                     | 17.71   | 12.88 | 12.34 | 4.94 |
| Asociado  | 10.78   | 15.90 | 12.46 | 2.58 |
| <b>Frijol sembrado 14 días después del maíz</b> |   |       |       |      |
| Monocultivo                                     | 19.55   | 12.83 | 12.40 | 7.70 |
| Asociado  | 29.52   | 14.81 | 7.52  | 0.60 |
| <b>Frijol sembrado 28 días después del maíz</b> |   |       |       |      |
| Monocultivo                                     | 31.26   | 9.75  | 15.90 | 2.96 |
| Asociado  | 13.08   | 8.60  | 3.23  | 0.48 |

SE = 0.40 - 3.07

Cuadro 56. Efecto en el desarrollo de los nódulos del tratamiento de la semilla con pesticidas seleccionados y sembrada inmediatamente o siete días después del tratamiento.

| Parámetros                                      | Control | Tratamiento con pesticida <sup>1</sup> |        |            |      |
|---|---------|--|--------|------------|------|
|   |         | thiram                                 | captan | carbofuran | PCNB |
| No. de nódulos <sup>2</sup>                     |         |  |        |            |      |
| Siembra inmediata                               | 15.1    | 12.5                                   | 4.1    | 10.2       | 19.0 |
| Siembra siete días después del tratamiento      | 13.1    | 1.8                                    | 0      | 10.8       | 5.9  |
| Peso fresco del nódulo (mg/planta) <sup>3</sup> |         |  |        |            |      |
| Siembra inmediata                               | 0.22    | 0.23                                   | 0.10   | 0.50       | 0.51 |
| Siembra siete días después del tratamiento      | 0.27    | 0.08                                   | 0      | 0.20       | 0.06 |

1 Todos los pesticidas se aplicaron en una concentración del 0.2%.

2 30 días después de la siembra.

3 45 días después de la siembra.

Cuadro 57. Influencia del método de inoculación en el peso y cantidad de nódulos en las variedades Cargamanto y Puebla 152. (Mediciones tomadas 35 días después de la siembra.)

| Método de inoculación         | Cargamanto                         |                | Puebla 152                         |                |
|-------------------------------|------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|
|                               | Peso fresco del nódulo (mg/planta) | No. de nódulos | Peso fresco del nódulo (mg/planta) | No. de nódulos |
| Sin inocular                  | 17a <sup>1</sup>                   | 0.57a          | 73a                                | 5.1a           |
| Inoculado, no peletizado      | 66a                                | 0.30a          | 55a                                | 5.6a           |
| Inoculado, peletizado con cal | 94ab                               | 6.18a          | 80a                                | 8.1a           |
| Inoculante granular 0.5 g/m   | 194bc                              | 40.48b         | 93ab                               | 17.5a          |
| Inoculante granular 1.0 g/m   | 205bc                              | 32.50b         | 102ab                              | 21.8a          |
| Inoculante granular 2.0 g/m   | 458b                               | 116.50d        | 151b                               | 51.2b          |
| Inoculante granular 4.0 g/m   | 240c                               | 88.20c         | 143b                               | 48.5b          |

1 Los números seguidos por las mismas letras no difieren significativamente al nivel 5%.

este ensayo. Cuando la siembra se hizo siete días después de la inoculación apareció de nuevo la toxicidad del PCNB a las células bacteriales. El captan inhibió la nodulación en ambos ensayos.

Debido al efecto tóxico para las células bacteriales del tratamiento de la semilla con thiram y PCNB cuando las semillas no se siembran rápidamente, se realizaron algunos experimentos para probar los inoculantes granulares. Esta técnica de inoculación ha dado buenos resultados con la

soya, pero no ha sido utilizada antes en suelos ácidos. El Cuadro 57 presenta el número de nódulos y peso seco en las variedades Puebla 152 y Cargamanto cuando se compararon diferentes métodos de inoculación en Popayán. En cada caso el uso de inoculantes granulares aumentó la nodulación. Posteriormente se compararon diferentes métodos de inoculación y tratamientos de semilla en los suelos ácidos de la estación experimental La Selva (Cuadro 58). Los inoculantes granulares de nuevo resultaron superiores, particularmente en presencia de PCNB

Cuadro 58. Influencia del tratamiento de la semilla o suelo con pesticidas seleccionados y del método de inoculación sobre el número de nódulos por planta, y porcentaje de plantas con síntomas de pudrición de la raíz en La Selva durante 1979A.

|  | Sin inóculo | Inoculado con cal peletizada | Inoculante granular |
|--|-------------|------------------------------|---------------------|
| <b>No. de nódulos/planta</b>                       |             |                              |                     |
| Con pesticida                                      | 3.72        | 28.25                        | 55.00               |
| PCNB (0.2% a la semilla)                           | 16.25       | 16.25                        | 30.12               |
| PCNB (aplicado al suelo)                           | 5.50        | 7.42                         | 41.25               |
| Thiram (0.2% a la semilla)                         | 5.67        | 17.20                        | 19.62               |
| Promedio   | 7.78        | 17.28                        | 36.49               |
| DMS 0.05 = 7.94                                    |             |                              |                     |
| <b>Porcentaje plantas con pudrición de la raíz</b> |             |                              |                     |
| Sin pesticida                                      | 76          | 72                           | 70                  |
| PCNB (0.2% a la semilla)                           | 21          | 35                           | 35                  |
| PCNB (aplicado al suelo)                           | 31          | 37                           | 40                  |
| Thiram (0.2% a la semilla)                         | 34          | 29                           | 38                  |

aplicado a la semilla o al suelo. En este experimento todos los tratamientos con fungicidas disminuyeron significativamente la pudrición de la raíz. Se están realizando otros estudios para confirmar el valor de los inoculantes granulares en suelos ácidos.

**Evaluación a nivel de agricultor de métodos de inoculación.** Como parte de la evaluación y confirmación de los métodos del Programa a nivel de agricultor se obtuvo información sobre la nodulación y fijación de  $N_2$  ( $C_2H_2$ ), así como infección micorrizal y número de esporas, en 15 fincas de Carmen de Viboral (ver pag. ). La nodulación y fijación de  $N_2$  ( $C_2H_2$ ) en parcelas representativas de las prácticas de los agricultores fueron mayores que en el estudio realizado en 1978; en algunos casos la fijación alcanzó  $70 \mu\text{mol } C_2H_4$  por planta/hora. El tratamiento de la semilla con una mezcla de PCNB y halofen disminuyó las tasas de fijación en la semilla sin inocular de los agricultores de un promedio de  $23.26 \mu\text{mol } C_2H_4$  por planta/hora a  $9.84 \mu\text{mol } C_2H_4$  por planta/hora solamente. La inoculación empleando la turba como base del material granular aumentó los niveles de fijación que, sin embargo, fueron inferiores a los de las prácticas de los agricultores con semilla sin tratar. El tratamiento de la semilla también afectó el desarrollo endomicorrizal; el porcentaje de infección en la raíz disminuyó de 36.8% en parcelas sin tratar ni inocular, a 25.8% en las parcelas que recibieron Brasicol y halofen. El número de esporas

endomicorrizales disminuyó de un promedio de 12.6 esporas/500 g de suelo a solamente 6.1 esporas/500 g de suelo en presencia de fungicidas en las parcelas de los agricultores. El tratamiento de la semilla puede ser compatible con la inoculación de *Rhizobium*, pero se necesitan otros estudios que determinen el papel de la micorriza nativa en la fertilización con fosfatos del frijol y cómo lo afectan los protectores de la semilla.

## Biología y Control de Insectos-Plaga

**Control cultural de *Empoasca*.** Se estudiaron los efectos de las diferentes fechas de siembra del frijol en asociación con la caña de azúcar sobre poblaciones de *Empoasca* (Figura 42), crisomélidos (Figura 43), mosca blanca y otras plagas. En todos los casos las poblaciones fueron inferiores en la asociación que en monocultivo. La asociación no afectó las poblaciones de insectos de la caña de azúcar ni el programa normal de control biológico. La competencia del frijol se manifestó en el número de tallos de caña de azúcar pero no en su altura (Cuadro 59). Los más altos rendimientos se obtuvieron cuando los frijoles se sembraron 15 días después de la siembra de la caña de azúcar (Cuadro 60); 45 días después de la caña de azúcar la producción resultó pobre debido a los altos niveles de infestación de *Empoasca* y a la competencia con aquella.

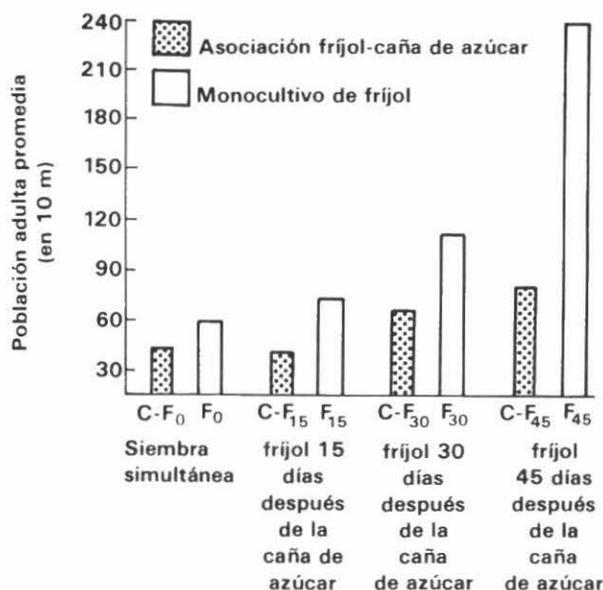


Figura 42. Efecto de diferentes fechas relativas de siembra de frijol en asociación con caña de azúcar sobre las poblaciones de adultos de *Empoasca kraemeri*.

Cuadro 59. Efecto de la asociación de frijol y caña de azúcar en el número y altura de los tallos de caña de azúcar (promedio de cuatro replicaciones).

| Fecha relativa de siembra (días antes del frijol) | Tallos/ parcela      | Altura tallo (cm)  |
|---|----------------------|--------------------|
| Monocultivo de caña de azúcar                     | 3449.7a <sup>1</sup> | 52.8a <sup>1</sup> |
| 45 días   | 3044.7b              | 53.0a              |
| 30 días   | 2691.7c              | 66.3a              |
| 15 días   | 2353.0d              | 60.0a              |
| 0 días  | 2150.7d              | 54.1a              |

<sup>1</sup> Cifras dentro de la columna seguidos por la misma letra no son diferentes significativamente a nivel 0.05%.

**Control biológico de *Empoasca*.** En experimentos para estudiar la eficiencia de *Anagrus* sp. (Himenoptera: Mymaridae), se obtuvo un 79% de parasitismo de los huevos de *Empoasca*, permaneciendo a este nivel a través de todo el ciclo de crecimiento del cultivo sin importar la variedad de frijol (Figura 44). Dicho nivel no fue afectado por la fecha de siembra, el uso de insecticidas granulares o abonos en el suelo.

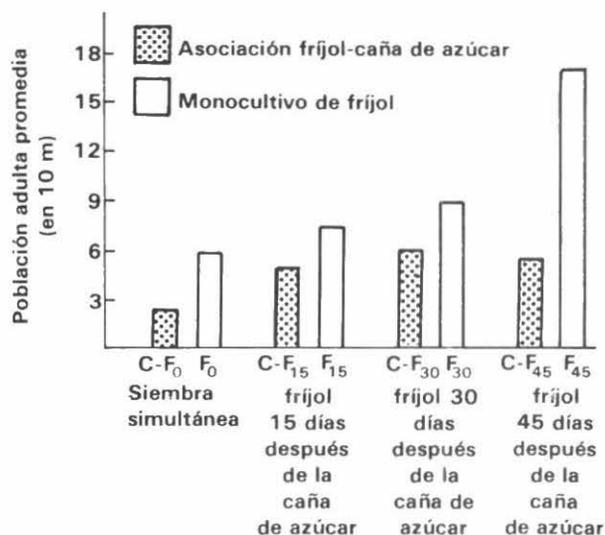


Figura 43. Efecto de diferentes fechas de siembra del frijol en asociación con la caña de azúcar sobre las poblaciones de crismélidos.

*Anagrus* presenta una respuesta funcional de dos días y su nivel de parasitismo se estabiliza en 60% a los cuatro días, lo cual sugiere una buena capacidad de búsqueda (Cuadro 61). Sin embargo, las observaciones del daño producido por *Empoasca* y los bajos rendimientos obtenidos con variedades susceptibles (360 kg/ha en Diacol Calima y 620 kg/ha para ICA-Bunsi) permiten concluir que *Anagrus* no posee la capacidad de mantener las poblaciones del saltahoja por debajo de los niveles de daño económico aceptables.

**Otros estudios con *Empoasca*.** Se estudió de nuevo la respuesta de los saltahoja a los colores y formas de las superficies que circundan las plantas de frijol. El blanco en todas las formas y tamaños resultó repelente; las formas amarillas los atrajeron independientemente de la superficie del área (Figura 45). Estos resultados no se confirmaron cuando se usaron coberturas plásticas amarillas pero sirvieron para diseñar más eficientemente las trampas para estudios de dinámica de poblaciones de *Empoasca*.

## Crisomélidos

**Biología.** La Figura 46 ilustra el ciclo de vida de *Cerotoma facialis*. Los estudios se iniciaron sobre el daño producido por las larvas de *Cerotoma*, comparado con el producido por *Diabrotica balteata* (Informe Anual del CIAT, 1978).

Cuadro 60. Rendimientos de la variedad Diacol-Calima en monocultivo y en asociación con caña de azúcar en relación con diferentes fechas de siembra (promedio de cuatro repeticiones); CV = 8.3%.

| Sistema de siembra      | Fecha relativa de siembra<br>(días después de la caña de azúcar) | Rendimiento<br>(kg/ha) |
|-------------------------|--|------------------------|
| Fríjol                  | 15   | 1800a <sup>1</sup>     |
| Fríjol + caña de azúcar |  | 1547b                  |
| Fríjol                  | 0  | 1482b                  |
| Fríjol + caña de azúcar |  | 1481b                  |
| Fríjol                  | 30   | 1249c                  |
| Fríjol + caña de azúcar |  | 926d                   |
| Fríjol                  | 45   | 355e                   |
| Fríjol + caña de azúcar |  | 301e                   |

1 Cifras dentro de la columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel 0.05%.

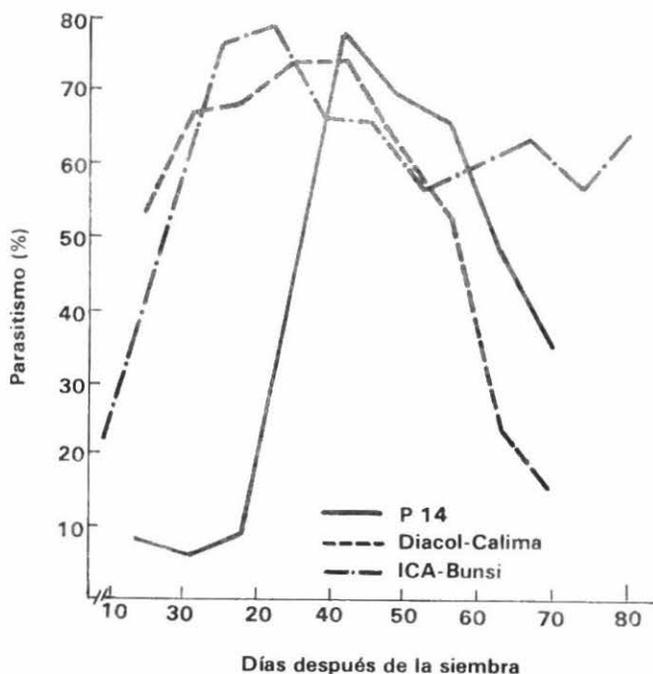


Figura 44. Nivel de parasitismo de *Anagrus* sp. en los huevos de *Empoasca kraemeri* en variedades P14, Diacol-Calima e ICA-Bunsi.

Cuadro 61. Respuesta funcional de *Anagrus* sp. en las poblaciones de *Empoasca kraemeri* bajo condiciones de invernadero (28°C; 85% H.R.).

| Días después infestación Empoasca | No. promedio de huevos/hoja de Empoasca | Parasitismo por <i>Anagrus</i> (%) |
|-----------------------------------|---|------------------------------------|
| 1                                 | 11                                      | 0                                  |
| 2                                 | 18                                      | 0                                  |
| 3                                 | 17                                      | 37.0                               |
| 4                                 | 15                                      | 28.5                               |
| 5                                 | 17                                      | 64.5                               |
| 6                                 | 21                                      | 61.4                               |
| 7                                 | 37                                      | 54.3                               |
| 8                                 | 26                                      | 64.7                               |
| 9                                 | 20                                      | 67.7                               |
| 10                                | 23                                      | 62.2                               |

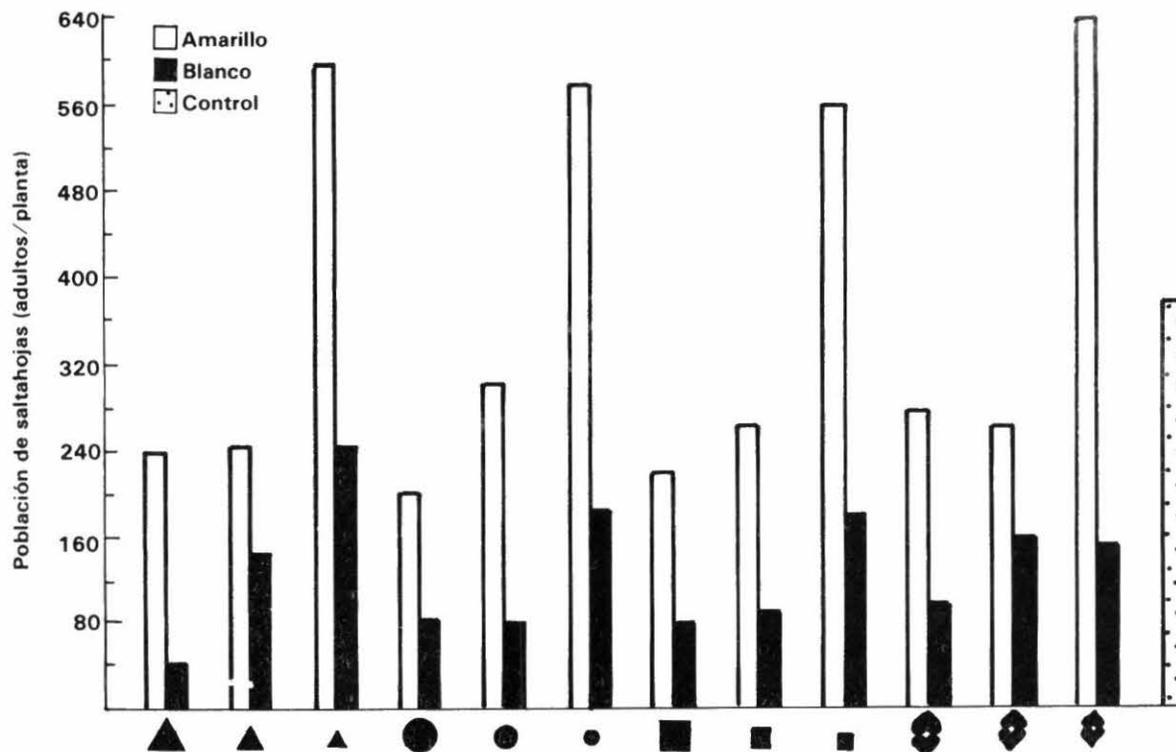


Figura 45. Respuesta de adultos de *Empoasca kraemeri* a diferentes formas y colores de las superficies que rodean las plantas de frijol.

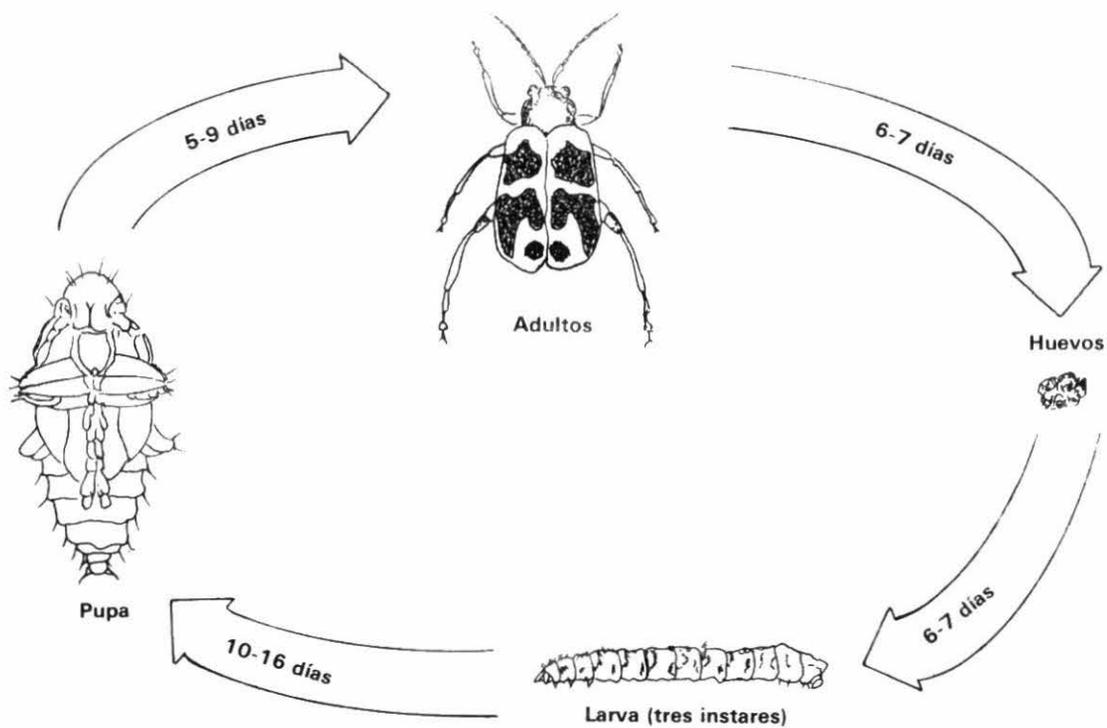


Figura 46. Ciclo de vida de *Cerotoma facialis* Erichson.

Las larvas en segundo y tercer instar fueron más dañinas para las plantas de menos de 47 días de edad (Cuadro 62). Al comparar las dos especies se encontró que ambas disminuyeron el área foliar cuando infestaron plantas con menos de 14 días de edad (Figura 47). El daño producido por *C. facialis* resultó siempre superior puesto que esta especie parece mejor adaptada al frijol que *D. balteata*.

**Niveles críticos de poblaciones adultas.** Se estableció que el nivel crítico de población de adultos que afecta los rendimientos del frijol es de 2-4 adultos por planta durante el crecimiento inicial (8-15 días), y durante la floración (29-36 días) (Cuadro 63).

En experimentos con *D. balteata* los niveles de infestación de cuatro adultos/planta fueron críticos entre 8-15 y 8-22 días después de la siembra, cuando los ataques ocurrieron durante una y dos semanas, respectivamente (Cuadro 64). El daño más importante ocurrió durante la floración con un período de dos semanas de infestación.

### Plagas de granos almacenados

Los ensayos preliminares con aceites vegetales empleados en el control de *Acanthoscelides obiectus* presentaron una eficiencia similar a la registrada para *Zabrotes subfasciatus*. El control resultó excelente con todos los aceites vegetales evaluados (1-5 ml/kg de frijol), tanto en frijoles infestados con adultos o con huevos (Cuadro 65).

### Asociación Caña de Azúcar-Frijol

Los frijoles se cultivan principalmente en asociación con otros cultivos, especialmente con maíz. Sin embargo, en

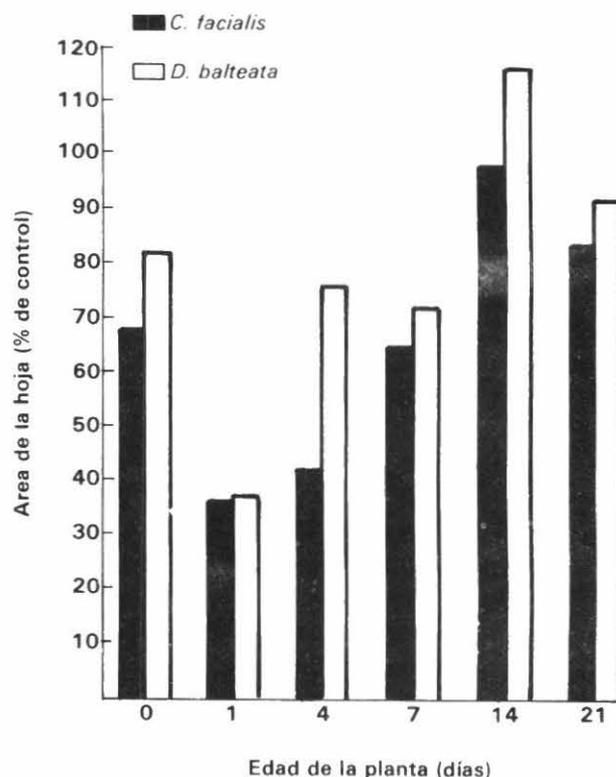


Figura 47. Porcentaje del área de la hoja de plantas de frijol 20 días después de infestadas con larvas de *D. balteata* y *C. facialis*.

América Latina los pequeños agricultores suelen intercalar caña de azúcar. El crecimiento inicial de la caña de azúcar es lento y la cobertura foliar no cierra hasta los 2-3 meses después de la siembra. La caña de azúcar se siembra en surcos amplios a distancias que varían de 1.0 a 1.5 m, dejando espacio suficiente para intercalar el frijol. En esta forma éstos reducen la proliferación de malezas y proveen un ingreso durante el crecimiento inicial de la caña de azúcar.

Cuadro 62. Daño (area de la hoja como porcentaje del control) causado por 10 larvas de *Ceratomya facialis* de cada uno de los instares en plantas de frijol de distintas edades.

| Instar larval | Area hoja (% del control)                 |      |      |       |      |       | Promedio |
|---------------|---|------|------|-------|------|-------|----------|
|               | Días de infestación después de la siembra |      |      |       |      |       |          |
|               | 0   | 1    | 4    | 7     | 14   | 21    |          |
| Primero       | 102.5                                     | 88.1 | 77.9 | 100.6 | 94.9 | 110.5 | 95.8     |
| Segundo       | 0   | 0    | 10.0 | 78.7  | 76.4 | 110.1 | 45.9     |
| Tercero       | 0   | 3.4  | 5.7  | 28.7  | 86.2 | 87.7  | 35.3     |

Cuadro 63. Efecto del tiempo y nivel de infestación por crisomélidos en los rendimientos de la variedad Diacol-Calima.

| Nivel de infestación<br>(adultos/planta) | Rendimiento (g/m <sup>2</sup> )                     |        |         |                    |
|--|---|--------|---------|--------------------|
|  | Período de infestación (días después de la siembra) |        |         |                    |
|  | 8-15  | 15-22  | 22-29   | 29-36 <sup>1</sup> |
| 0  | 121.6a <sup>2</sup>                                 | 131.5a | 141.7a  | 101.5ab            |
| 1  | 81.1ab  | 106.6a | 134.9a  | 113.8a             |
| 2  | 56.6b   | 112.8a | 99.1b   | 86.2ab             |
| 4  | 48.7b   | 106.6a | 119.6ab | 73.9b              |
| Control con insecticida                  | 89.6ab  | 89.6ab | 89.6ab  | 89.6ab             |
| Control sin insecticida                  | 69.2b   | 69.2b  | 69.2b   | 69.2b              |

1 Ninguna diferencia significativa se observó entre los tratamientos en plantas de 35 días de edad.

2 Cifras dentro de las columnas seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel 0.05.

Cuadro 64. Efecto del tiempo y dos niveles de infestación sobre la variedad Diacol-Calima con adultos de Diabrotica balteata.

| Nivel de infestación<br>(adultos/planta) | Duración del ataque<br>(días) | Edad de las plantas<br>(días) | Rendimiento<br>(kg/ha) |
|--|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| 0  | 14                            | 22-36                         | 2048.7a <sup>1</sup>   |
| Control con insecticida                  | -                             | -                             | 2004.0a                |
| 0  | 7                             | 36-43                         | 1940.7a                |
| 0  | 7                             | 8-15                          | 1932.3a                |
| 0  | 14                            | 3-22                          | 1873.3a                |
| 0  | 7                             | 22-29                         | 1793.3ab               |
| 4  | 7                             | 22-29                         | 1793.2ab               |
| 0  | 7                             | 15-22                         | 1778.0ab               |
| 4  | 7                             | 29-36                         | 1773.2ab               |
| Control sin insecticida                  | -                             | -                             | 1670.7abc              |
| 0  | 7                             | 29-36                         | 1656.7abc              |
| 4  | 14                            | 22-36                         | 1540.0abc              |
| 4  | 7                             | 15-22                         | 1496.7abc              |
| 4  | 7                             | 36-43                         | 1440.0abc              |
| 0  | 14                            | 36-50                         | 1426.7abc              |
| 4  | 14                            | 36-50                         | 1141.0bc               |
| 4  | 7                             | 8-15                          | 1072.7c                |
| 4  | 14                            | 8-22                          | 1009.3c                |

1 Cifras dentro de la columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel 0.05.

Cuadro 65. Control del ataque de *Acanthoscelides obtectus* en frijol almacenado con aceites vegetales.

| Tratamiento<br>(aceite vegetal) | Dosis de aplicación<br>(mg/kg de frijol) | Emergencia de adultos <sup>1</sup>     |   |
|---------------------------------|--|--|---|
|                                 |  | Infestación con<br>huevos <sup>2</sup> | Infestación con<br>adultos <sup>3</sup> |
| Maíz                            | 1  | 0                                      | 1.2                                     |
| Maíz                            | 5  | 0                                      | 0                                       |
| Soya                            | 1  | 0                                      | 0                                       |
| Soya                            | 5  | 0                                      | 0                                       |
| Mezcla                          | 1  | 0                                      | 0.6                                     |
| Mezcla                          | 5  | 0                                      | 0                                       |
| Control                         | -  | 64.2                                   | 172.0                                   |

- 1 Promedio de cinco replicaciones.
- 2 100 semillas infestadas en 1 huevo/semilla.
- 3 Siete pares de adultos por 100 g de semilla.

**Fechas relativas de siembra.** La variedad de frijol Diacol Calima se sembró 15, 30 y 45 días después de la caña de azúcar, a razón de 250,000 plantas/ha y la caña de azúcar de 10 nudos/m. La Figura 48 ilustra el patrón de siembra usado en este experimento. Los monocultivos de frijol y caña de azúcar también se incluyeron en este experimento en cada fecha de siembra.

A medida que la siembra se aproximó a la época de verano, los rendimientos disminuyeron debido al incremento de las poblaciones de saltahojas (Figura 49 y Cuadro 66), y no se pudieron sacar conclusiones sobre los efectos de las fechas de siembra relativas en los rendimientos. Sin embargo, la mejor fecha de siembra para los frijoles parece estar entre 0-15 días después de la caña de azúcar.

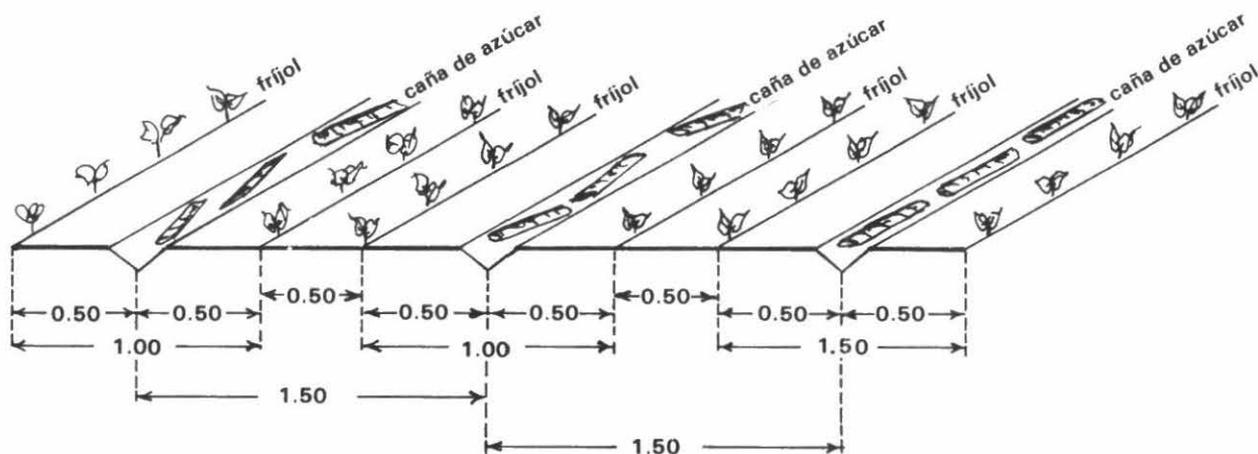


Figura 48. Patrón de siembra en los estudios de siembras intercaladas de frijol-caña de azúcar.

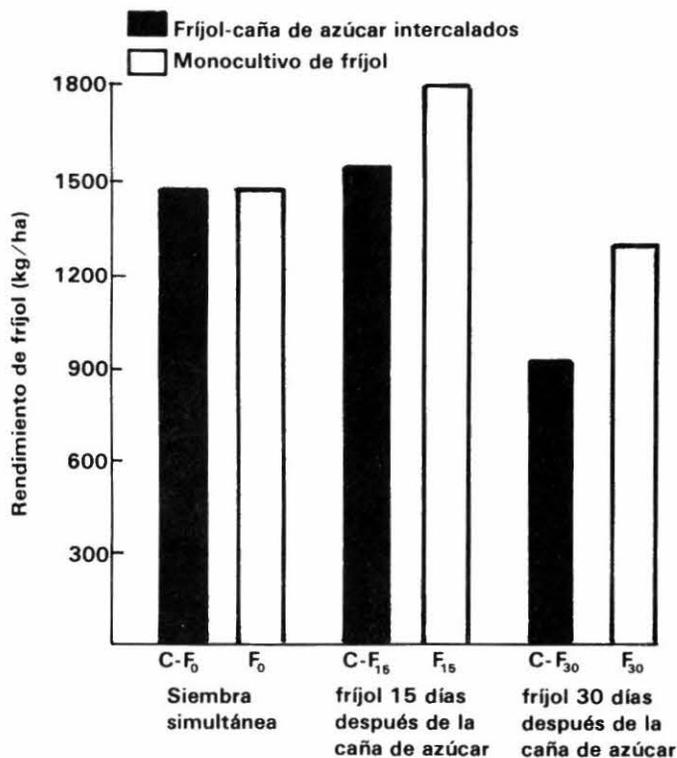


Figura 49. Efecto de las fechas relativas de siembra de frijol intercalado con caña de azúcar en el rendimiento de la variedad Diacol-Calima.

**Densidad de las plantas.** Los frijoles se sembraron 10 días después de la caña de azúcar en poblaciones de 10, 20, 30 y 40 plantas/m<sup>2</sup>. Los rendimientos del frijol en monocultivo e intercalado tendieron a decrecer a medida que se incrementó la densidad de la población. Sin embargo, el porcentaje de disminución en el rendimiento debido a la asociación resultó mayor a menores densidades poblacionales (Figura 50). En contraste con el primer

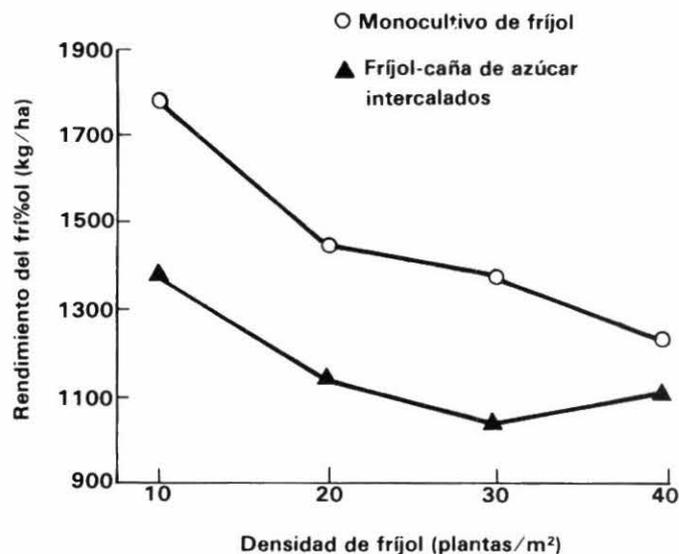


Figura 50. Efecto del aumento de la población de plantas de frijol en el rendimiento de éste en un sistema de producción frijol-caña de azúcar intercalados.

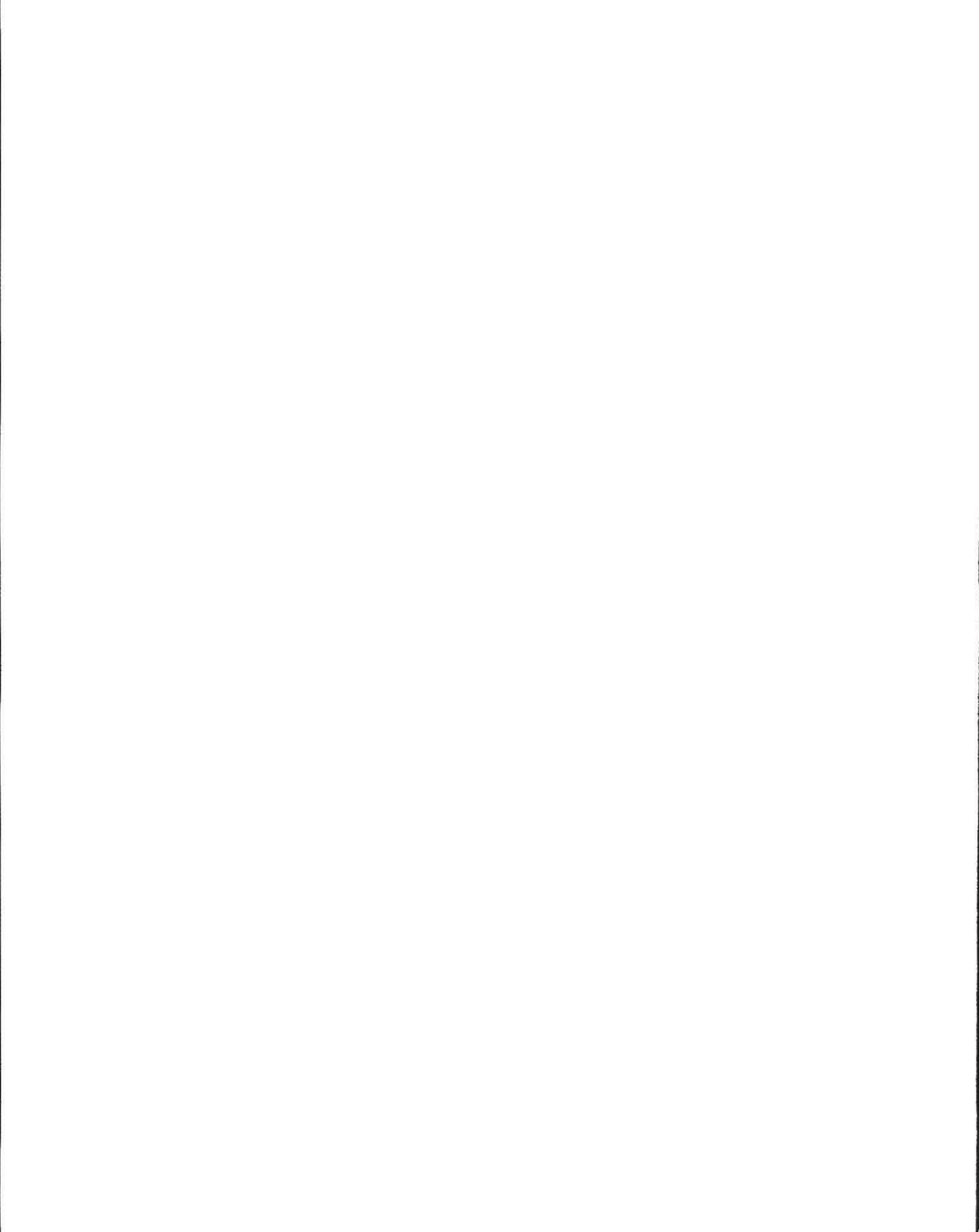
experimento, la asociación con caña de azúcar disminuyó el rendimiento del frijol en un 20%. Esta disminución se debió principalmente al arreglo espacial desfavorable que permitió una fuerte competencia entre las plantas de frijol. El mejor arreglo espacial para el Diacol Calima con hábito de crecimiento I es de aproximadamente 40 cm entre surcos y 20 plantas/m<sup>2</sup> (Informe Anual del CIAT, 1978), pero debido a las restricciones en el arreglo espacial de la caña de azúcar, las mayores poblaciones se obtuvieron al sembrar los frijoles más cerca entre sí en el surco.

Este experimento se ha repetido sembrando tres surcos de frijol entre dos surcos de caña de azúcar.

Cuadro 66. Rendimiento de la variedad de frijol Diacol-Calima en monocultivo e intercalado con caña de azúcar a diferentes fechas relativas de siembra.

| Fecha relativa de siembra<br>(días después de la<br>caña de azúcar) | Rendimiento del frijol (kg/ha) |             | Reducción en el<br>rendimiento<br>(% del control) |
|---|--------------------------------|-------------|---|
|   | Monocultivo                    | Intercalado |   |
| 0   | 1482b <sup>1</sup>             | 1481b       | 0   |
| 15  | 1800a                          | 1547b       | 14  |
| 30  | 1249c                          | 926d        | 26  |
| 45  | 355e                           | 301e        | 15  |

<sup>1</sup> Cifras seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel 0.05.



## Validación de la Tecnología mediante Ensayos en Fincas

El sistema de investigación no termina hasta que el germoplasma mejorado o las prácticas agronómicas consiguientes se ensayan a nivel de finca. Esta evaluación es con frecuencia crítica para responder a los problemas en la aplicación de la nueva tecnología. Los ensayos en las fincas están diseñados para contestar los siguientes interrogantes: 1) la nueva tecnología produce ingresos netos?; 2) se adapta al sistema de producción del agricultor?; 3) existen diferencias entre las fincas en cuanto a recursos naturales o económicos dando origen a diferente comportamiento de la tecnología o a limitantes de la producción?.

A comienzos del Program de Frijol las tecnologías principales con buen desempeño a nivel de estación experimental o en ensayos regionales fueron: prácticas agronómicas tales como mayor densidad, químicos específicos para enfermedades o plagas, fertilizantes, semilla mejorada, inoculación y herbicidas. El nuevo germoplasma sólo empezó a aparecer en 1979.

Los ensayos en fincas registrados en este informe se realizaron en el Huila con frijol arbustivo en monocultivo

(25 fincas); región de Restrepo en el Valle con frijol arbustivo en monocultivo (14 fincas); y Antioquia con frijoles trepadores en sistemas de relevo con maíz (14 fincas).

### Huila

El sur del Huila, en Colombia, es una zona agrícola diversificada con una altura en la parte plana de 800 a 1400 msnm. Aproximadamente el 28% de la producción colombiana de frijol proviene del sur del Huila, especialmente de cultivos de frijol arbustivo. Este cultivo ha perdido importancia en la región, especialmente debido a la fluctuación sustancial de precios, bajos rendimientos absolutos y sustitución por café u otros cultivos.

La asociación maíz-frijol arbustivo es la más común; sin embargo, aproximadamente el 20% de los agricultores producen frijoles en monocultivo. En el Cuadro 67 se presenta la comparación de rendimiento e ingresos entre los diferentes sistemas de producción y tecnología para los dos cultivos. Los niveles de rendimiento obtenidos con la

Cuadro 67. Ingresos y rendimientos de las fincas con varios sistemas de producción de fríjol en el sur del Huila, Colombia.

|   | Rendimiento<br>maíz<br>(kg/ha) | Rendimiento<br>maíz<br>(kg/ha) | Ingresos de la finca (\$ Col) <sup>1</sup> |  |
|---|--------------------------------|--------------------------------|--|--|
|   |                                |                                | 1978<br>(3:1 proporción<br>del precio)     | 1979<br>(4.5:1 proporción<br>del precio) |
| <b>Sistemas del agricultor</b>                    |                                |                                |  |  |
| Frijol arbustivo en monocultivo                   | -                              | 1178                           | 8,402                                      | 22,538                                   |
| Asociación maíz-frijol arbustivo                  | 1990                           | 780                            | 16,098                                     | 25,458                                   |
| <b>Ensayos en fincas (178A y 1979A)</b>           |                                |                                |  |  |
| Monocultivo de fríjol                             |                                |                                |  |  |
| Nueva tecnología: prácticas agronómicas mejoradas | -                              | 1500                           | 18,973                                     | 36,973                                   |

1 El ingreso de la finca se define como el ingreso total menos los costos variables incluyendo los costos de mano de obra al precio del mercado. La relación del precio 3:1 se refiere a \$24/kg de fríjol y \$8/kg de maíz (1978). Los precios del maíz en 1979 permanecieron sin ningún cambio, no así el fríjol que subió a \$36/kg. El precio del fríjol en 1978 fue desusadamente bajo y en 1979 alto. En los últimos 20 años en Colombia el precio ha fluctuado entre estas dos relaciones (\$40 Col. = US\$1 en 1979).

tecnología del agricultor se utilizan como los valores medios observados en fincas durante 1979. Los rendimientos derivados de las prácticas agronómicas mejoradas se basan en los ensayos de rendimiento en fincas en 1978 y 1979. Desde el punto de vista de las prácticas del agricultor, la asociación maíz-frijol es más ventajosa que el monocultivo de frijol dentro del rango de precios esperados para uno y otro. Sin embargo, la nueva tecnología agronómica hace que la producción del monocultivo de frijol sea más rentable que la asociación aun en la muy baja proporción de precios de 3:1 entre frijol y maíz, respectivamente.

Además de la mayor rentabilidad con la presente tecnología, hay dos razones para la preferencia de los agricultores por la asociación maíz-frijol sobre el monocultivo. Primero, las fincas necesitan producir maíz para el consumo humano y animal y los frijoles son un buen cultivo de cobertura que disminuye la erosión y la lixiviación. Segundo, con empleo limitado de insumos químicos, es posible que el sistema de cultivos múltiples contribuya a disminuir los problemas de enfermedades e insectos en ambos cultivos.

Mediante precios más altos para el frijol y tecnología mejorada, se espera lograr un cambio hacia la producción del frijol en monocultivo como parte del cambio hacia productos de mayor valor en el sur del Huila.

**Efectos de diferentes factores en los ensayos en fincas en Huila.** Los ensayos en fincas durante 1979 fueron una ampliación de los realizados en 1978A: 1) el uso de semilla del agricultor con y sin tratamientos de thiram y carbofuran; 2) aplicación de herbicidas; 3) empleo de semilla "limpia" producida en Dagua, Valle del Cauca, bajo riego, raleo de plantas enfermas y fuerte protección química; 4) empleo de la nueva variedad BAT 47 seleccionada como la mejor variedad de semilla roja en los ensayos de rendimiento del Programa de Frijol en 1977.

En 1979 los rendimientos de 1172 kg/ha obtenidos por los agricultores con el frijol en monocultivo resultaron ligeramente superiores a los de 1978. La tecnología agronómica mejorada produjo casi los mismos rendimientos promedio que los obtenidos en 1978. Con mejores prácticas agronómicas con semilla del agricultor aumentaron los rendimientos en un 31% en fincas sin problemas de fertilidad, comparados con el 50% obtenido el año pasado. Entre las mejores prácticas agronómicas están una mayor densidad poblacional y mejor control de malezas. En las fincas con suelo de baja fertilidad, empleo de semilla del agricultor, 200 kg de fertilizante NPK de 20-60-20, y mejores prácticas agronómicas, se obtuvieron aumentos

del 19% en los rendimientos comparados con el 43% del año pasado. Puesto que las aspersiones curativas no fueron necesarias durante este año en la mayoría de los ensayos en las fincas (83%), las mejores prácticas agronómicas tuvieron en realidad costos de insumos muy bajos, especialmente en la mayoría de las fincas sin requerimientos de fertilizante (Figura 51).

El herbicida y la semilla tratada con thiram tuvieron solamente un pequeño efecto en los rendimientos; sin embargo, el tratamiento con herbicida también disminuyó las malezas. Estos insumos resultaron ventajosos en ambos tipos de fincas, y el retorno por la inversión fue alto a pesar de que los aumentos absolutos en los ingresos netos fueron bajos (Cuadro 68).

Tuvo lugar, además, un aumento en el rendimiento por el uso de la nueva variedad BAT 47 en ambos tipos de suelos y con grandes aplicaciones de productos químicos. Sin embargo, ocurrió un descuento sustancial del 66% en el precio debido al tamaño pequeño de la semilla, a pesar de que su color es casi el mismo de la usada por el agricultor. Este descuento fue el resultado de la apreciación subjetiva de los mayoristas en el sur del Huila. Las preferencias por color y tamaño de la semilla son indudablemente de importancia económica.

No se encontraron ventajas en el rendimiento de la semilla "limpia" sobre la semilla del agricultor. Esta semilla "limpia" tenía todavía una incidencia del BCMV del 2 al 8%. Los rendimientos adicionales resultantes de fertilizantes superiores a la tasa de 20-60-20 kg/ha en los suelos con baja fertilidad y sobre 0 en los otros suelos no pagaron el aumento en los costos por el uso del fertilizante.

**Introducción de la nueva tecnología.** Utilizando programación lineal se construyeron modelos de los dos principales tamaños de fincas productoras de frijol. Además de las actividades corrientes el modelo podía escoger las nuevas tecnologías de frijol. El incremento de los ingresos provenientes de las prácticas agronómicas mejoradas de frijol no es tan grande como el aumento obtenido con la nueva tecnología del café en las fincas pequeñas. Más aún, la tasa de retorno del capital de 11% fue baja para la nueva tecnología agronómica de frijol (Cuadros 69 y 70).

Uno de los principales problemas en la producción de frijol se debió al colapso del precio al momento de la cosecha. En tres semanas durante ese período de 1978A, el precio de compra del frijol bajó de \$32 a 20 pesos colombianos/kg. La semilla para la siembra en 1979A tuvo precios superiores a los \$40.

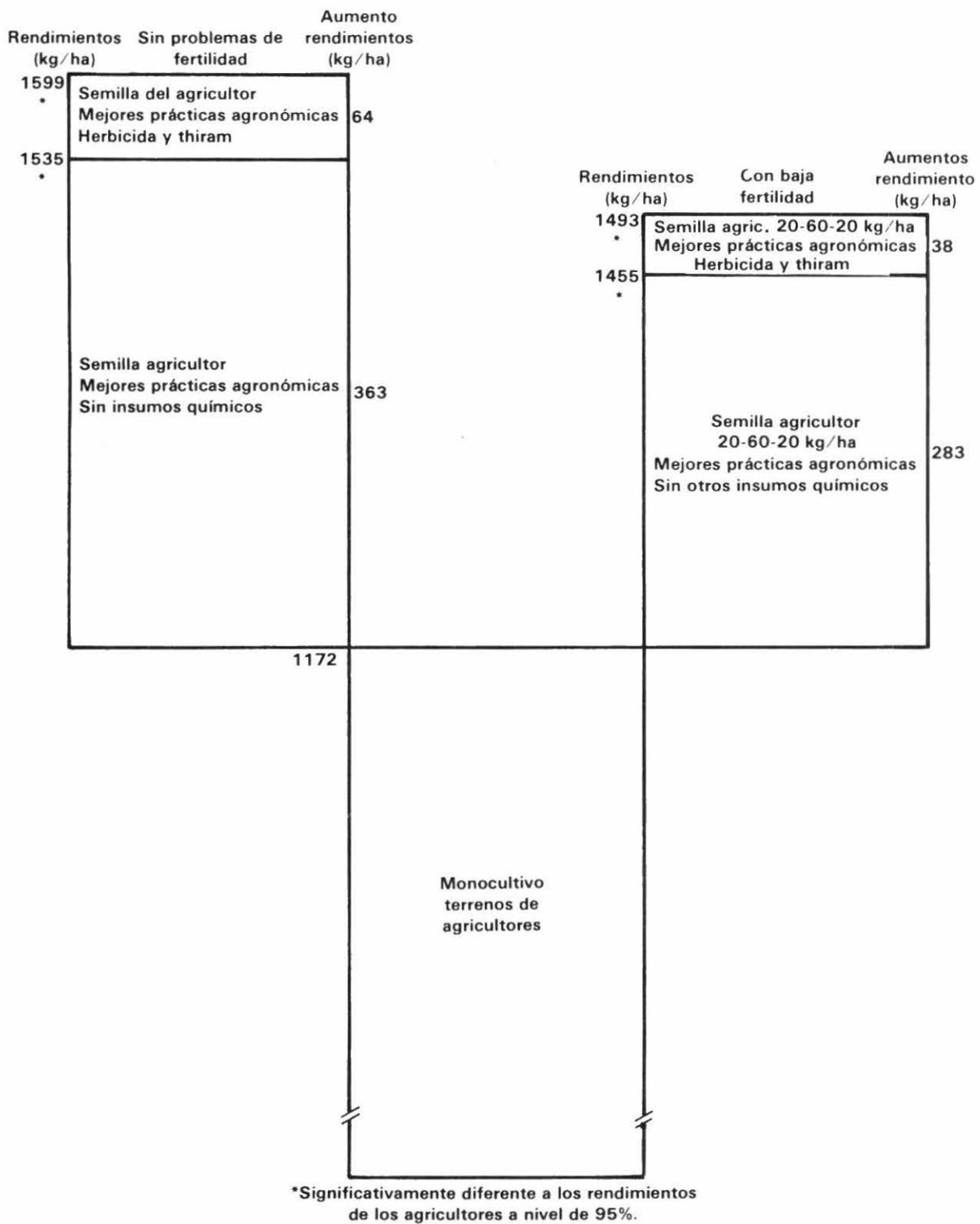


Figura 51. Efectos de diferentes factores sobre rendimientos del frijol en 1979A en ensayos en fincas en Huila, Colombia.

Cuadro 68. Retornos a la inversión en nuevas tecnologías en dos suelos con diferentes condiciones de fertilidad en el sur del Huila (1979A).

|   | Semilla del agricultor<br>mejores prácticas agronómicas |                        | Tecnología con herbicida<br>thiram <sup>1</sup> |                        |
|---|---|------------------------|---|------------------------|
|   | suelo sin<br>problemas                                  | suelo con<br>problemas | suelo sin<br>problemas                          | suelo con<br>problemas |
| Aumento en el ingreso neto <sup>2</sup> (\$ Col.) | 11,329  | 5,534                  | 3,021   | 1,907                  |
| Aumento en los costos (\$ Col.)                   | 3,917   | 6,342                  | -333  | -301                   |
| Retorno a inversiones adicionales:                |   |                        |   |                        |
| <u>Aumento ingreso neto</u>                       |   |                        |   |                        |
| Aumento costos                                    | 2.89  | 0.87                   |   |                        |

- 1 La tecnología herbicida-thiram también incluye semilla del agricultor y mejores prácticas agronómicas.
- 2 Aumento en el ingreso neto igual al  $\Delta Y \cdot P$  - Aumento en los costos, donde  $\Delta Y$  es el aumento en los rendimientos y  $P$  es el precio del frijón recibido por el agricultor.

Cuadro 69. Ingreso potencial, necesidades de crédito y retornos de varias tecnologías nuevas en fincas pequeñas (tamaño típico de 2.4 ha) en el sur del Huila determinados por un modelo de programación lineal.

|   | En condiciones tradicionales<br>de siembra | Con tecnología mejorada <sup>1</sup> |         |         |         |
|---|--|--------------------------------------|---------|---------|---------|
|   |  | A                                    | B       | C       | D       |
| Ingreso de la finca (\$ Col.) <sup>2</sup>      | 76,796                                     | 106,881                              | 118,319 | 134,519 | 155,219 |
| Aumento ingreso (%)                             | -  | 39                                   | 11      | 14      | 15      |
| Capital prestado (\$ Col.)                      | 9,333                                      | 18,593                               | 26,533  | 30,000  | 30,000  |
| Retorno por cada unidad<br>adicional de capital | -  | 0.11                                 | 0.11    | 0.33    | 0.69    |

- 1 Tecnología mejorada: A = café caturra con alta tecnología; B = A + frijón en monocultivo y mejores prácticas agronómicas; C = B + 50% almacenamiento; y D = B + 100% almacenamiento.
- 2 \$40 Col. = \$1 dólar U.S. en 1979.

Existe tecnología sobre almacenamiento a bajo costo en las fincas, la cual ha sido evaluada en varias regiones. Junto con la nueva tecnología agronómica puede ser necesario introducir mejoras en el almacenamiento. Con este, agregado a las nuevas prácticas agronómicas en los modelos, los incrementos en los ingresos resultaron sustanciales. Más aún, las tasas de retorno del capital aumentaron sustancialmente a un 33 y 69% en los dos tamaños de fincas, con solamente el 50% del frijón en almacenamiento. Se necesita más crédito en ambos

tamaños de finca para poder introducir la nueva tecnología.

En resumen, los resultados de la programación lineal indican que los agricultores que dan prioridad a las ganancias escogerán la nueva tecnología de frijón, la cual combinada con almacenamiento y crédito, dará lugar a incrementos sustanciales en los ingresos con posibilidades de tasas altas de retorno.

Cuadro 70. Ingreso potencial, necesidades de crédito y retornos de varias tecnologías en fincas medianas (tamaño típico de 15.8 ha) en el sur del Huila determinado por un modelo de programación lineal.

|  | En condiciones tradicionales<br>de siembra | Con tecnología mejorada <sup>1</sup> |         |         |         |
|--|--|--------------------------------------|---------|---------|---------|
|  |  | A                                    | B       | C       | D       |
| Ingreso de la finca (\$ Col.) <sup>2</sup>     | 182,380                                    | 248,780                              | 264,527 | 288,684 | 332,566 |
| Aumento ingreso (%)                            | -  | 36                                   | 6       | 9       | 15      |
| Capital prestado (\$ Col.)                     | 41,323                                     | 75,000                               | 90,000  | 90,000  | 90,000  |
| Retorno de cada unidad adicional<br>de capital | -  | 0.41                                 | 0.27    | 0.69    | 0.87    |

1 Tecnología mejorada: A = Área ampliada con las actuales actividades; B = A + frijol en monocultivo y mejores prácticas agronómicas; C = B + 50% almacenamiento; y D = B + 100% almacenamiento.

2 \$40 Col. = \$1 dólar U.S. en 1979.

## Restrepo

La región de Restrepo en el Valle del Cauca, Colombia, no es un área productora de frijol de importancia, ya que éste y la yuca se producen en pequeña escala principalmente para consumo familiar. La principal actividad en las fincas de Restrepo es el café, el cual representa el 85-92% de los ingresos. Aún así, en comparación con las principales regiones cafeteras, es un área marginal para el café debido a las pocas lluvias. A causa de la rápida propagación en Colombia de la variedad Caturra por sus altos rendimientos, y las amenazas de bajas en los precios mundiales del café, se espera que éste se desplace a áreas más propicias para su crecimiento, y con menores costos de producción. Hay, por lo tanto, gran preocupación en Colombia por el 55% de las fincas cafeteras, localizadas en las áreas marginales\*. El análisis de la programación evaluó el efecto sobre los ingresos de una declinación en los precios del café y la introducción de la nueva tecnología del frijol en esta clase de áreas cafeteras marginales.

Estas áreas marginales tienen un gran potencial para la expansión del cultivo del frijol ya que poseen la

temperatura y lluvias adecuadas. La mayoría de los pequeños agricultores tienen conocimientos sobre el mercadeo, obtención de crédito, y emplean fertilizantes y otros productos químicos en su café. Si se tiene en cuenta que el frijol generalmente requiere un buen manejo y uso moderado de insumos, la experiencia obtenida con el café es más útil que la obtenida con otros cultivos.

Los factores que potencialmente limitan la producción de frijol en Restrepo están constituidos por las enfermedades (antracnosis, mancha angular y roya), insectos (*Empoasca kraemeri*), fertilidad del suelo (promedios bajos de P de 2.5 ppm), y escasez estacional de mano de obra durante la cosecha del café.

**Efectos de diferentes factores en los ensayos en fincas de Restrepo.** Los rendimientos de frijol en monocultivo con las prácticas del agricultor fueron razonablemente altos (1 ton/ha). Un aumento del 34% en el rendimiento e ingreso neto se obtuvo cuando la semilla del agricultor se combinó con las prácticas agronómicas mejoradas entre las cuales se concluyeron: mayor densidad poblacional, aplicación de micronutrientes, desyerbas oportunas, y aplicación de benomyl para el control de la antracnosis (Cuadro 71). El efecto de las prácticas agronómicas mejoradas fue menor en los ensayos en Restrepo que en Huila, debido aparentemente a la mayor acción de los limitantes del suelo en Restrepo.

\* Estos estimativos y la mayor parte de la información en esta sección provienen de "Evaluation of a Diversification Scheme in a Marginal Coffee Region of Colombia Utilizing New Bean Technologies." M. Stabile. Tesis de M.Sc., sin publicar. University of Guelph, Canada, 1980.

Cuadro 71. Rendimientos, ingresos netos y costos de diversas prácticas tecnológicas en Restrepo usando la variedad de frijol Diacol-Calima (1978B).

| Nivel de tecnología   | Rendimiento (kg/ha) | Ingreso neto (\$ Col.) | Costos producción (\$ Col.) |
|---|---------------------|------------------------|-----------------------------|
| T <sub>0</sub> prácticas del agricultor   | 1000a <sup>2</sup>  | 13,752                 | 16,257                      |
| T <sub>1</sub> semilla del agricultor - mejores prácticas agronómicas   | 1341ab              | 18,340                 | 21,890                      |
| T <sub>2</sub> semilla "limpia" - mejores prácticas agronómicas   | 1254a               | 13,280                 | 24,340                      |
| T <sub>3</sub> semilla "limpia" <sup>1</sup> - 50 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha (167 kg/ha de 10-30-10)  | 1547abc             | 23,022                 | 23,373                      |
| T <sub>4</sub> semilla "limpia" <sup>1</sup> - 100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha (333 kg/ha de 10-30-10) | 1842bc              | 30,157                 | 25,103                      |
| T <sub>5</sub> semilla "limpia" <sup>1</sup> - 100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha, herbicida              | 1531abc             | 21,757                 | 24,173                      |
| T <sub>6</sub> semilla "limpia" <sup>1</sup> - 150 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha (500 kg/ha de 10-30-10) | 1942c               | 31,420                 | 26,840                      |

1 Empleo adicional de mejores prácticas agronómicas: mayor densidad poblacional, aplicaciones de micronutrientes, y aplicaciones de benomyl. La semilla "limpia" es aquella producida bajo condiciones de riego artificial y valeo de plantas enfermas.

2 Cifras seguidas por la misma letra no son diferentes significativamente al nivel 0.05.

Los suelos con niveles muy bajos de P tuvieron una excelente respuesta a las aplicaciones hasta de 500 kg de 10-30-10/ha de NPK. Con el más alto nivel de fertilizante (el tratamiento más productivo), los rendimientos en la finca aumentaron un 94% (1.94 ton/ha).

Los resultados con herbicidas indican la necesidad de hacer ensayos específicos en las distintas regiones antes de incluir este insumo en los ensayos de las fincas como se hizo en Huila durante 1978B. Si el herbicida apropiado hubiera estado disponible para Restrepo dando los mismos rendimientos que el tratamiento equivalente sin herbicida, entonces de acuerdo con los resultados de la programación, el área en frijol con la nueva tecnología hubiera aumentado en 0.1 ha en las fincas pequeñas, 0.4 ha en las fincas medianas, y 1.65 ha en las fincas grandes, y por consiguiente los aumentos en los ingresos de las fincas hubieran sido 3.7-4.4% para los diversos tamaños.

La semilla "limpia" presentó entre el 24-37% de BCMV antes de la siembra. No es sorprendente, por lo tanto, que la semilla "limpia" no haya tenido efecto en los rendimientos.

A pesar del fracaso en producir semilla libre de BCMV, estos ensayos mostraron la importancia de este virus. Virología de Frijol estudió plantas con y sin síntomas de virus en las fincas de Restrepo, y el resultado fue una reducción del 50% de vainas en plantas con síntomas.

**Efecto de la nueva tecnología de frijol en los ingresos.** El modelo de programación permite la selección del plan para la finca que eleve al máximo las ganancias con inclusión de la nueva tecnología. Con el descenso en los precios del café la nueva tecnología puede disminuir pero no eliminar la brusca reducción de los ingresos de la finca (Cuadro 72). En las fincas de todos los tamaños se reemplaza el área en café tradicional pero no el Caturra por frijol. Debido a las mayores restricciones en los créditos el pequeño agricultor no emplea grandes cantidades de fertilizantes, mientras que los agricultores medianos y grandes los adoptan rápidamente. Las tasas de retorno en el cambio de cafetales viejos por la nueva tecnología de frijol son muy altas, 130% en las fincas pequeñas y 50% en las fincas medianas y grandes. El aumento de áreas con nueva tecnología de frijol no es muy dramático, pero los retornos son sustanciales y ocurren en las fincas de todos los tamaños.

Cuadro 72. Cambios en el ingreso y áreas de fríjol y café, necesidades de capital y tasa de retorno de capital en fincas pequeñas, medianas y grandes en una región cafetera marginal con disponibilidad de nueva tecnología de fríjol.

|                                     | Tamaño de la finca        |                           |                           |
|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                     | Finca pequeña<br>(2.5 ha) | Finca mediana<br>(6.5 ha) | Finca grande<br>(16.5 ha) |
| Aumento en ingresos <sup>1</sup>    |                           |                           |                           |
| (\$ Col.)                           | 14,350                    | 23,000                    | 56,250                    |
| (%)                                 | 23                        | 32                        | 59                        |
| Cambio en área de café (ha)         | -1.35                     | -1.4                      | -3                        |
| Cambio en área de fríjol (ha)       |                           |                           |                           |
| Primer semestre                     | + .7                      | +1.4                      | +2.8                      |
| Clase de tecnología                 | Tecnología del agricultor | Alta fertilización        | Alta fertilización        |
| Segundo semestre                    | + .7                      | +1                        | +1.2                      |
| Clase de tecnología                 | Fertilización moderada    | Alta fertilización        | Alta fertilización        |
| Cambio en los requisitos de capital |                           |                           |                           |
| (\$ Col.)                           | 11,800                    | 49,400                    | 112,800                   |
| (%)                                 | 51                        | 32.5                      | 36                        |
| Tasa de retorno al capital          | 1.30                      | 0.49                      | 0.50                      |

Fuente: M. Stabile, op. cit.

1 Los aumentos en los ingresos debidos a la diversificación con fríjol se deben comparar con la disminución en los insumos debido al descenso en los precios del café de \$13,000 Col. en las fincas pequeñas, \$38,500 en las fincas medianas y \$64,000 en las fincas grandes. De ahí que el efecto de la diversificación en una región marginal es moderar el impacto producido por el descenso en los precios del café. Los cambios netos en los ingresos de las fincas considerando ambos cambios fueron +1.8%, -1.4% y -4.8% en los tres tamaños de fincas. La nueva tecnología ayudó a amortiguar la caída del precio del café pero no aumentó los ingresos excepto en las fincas pequeñas.

En resumen, los resultados agronómicos y de programación indican la rentabilidad de la nueva tecnología en la producción de fríjol en áreas cafeteras marginales. Esta tecnología incluye el control químico de la antracnosis y *Empoasca*, mayores densidades de plantas, y altos niveles de P en los fertilizantes combinados. En 1979B, la Federación Nacional de Cafeteros (FEDECAFE), CARE y Abonos de Colombia (ABOCOL, una compañía colombiana de fertilizantes) colaboraron en el establecimiento de ensayos de demostración de esta nueva tecnología en Restrepo.

## Antioquia

El Carmen en Antioquia es el principal municipio productor de fríjol en Colombia. El oriente de Antioquia produce el 28% de la producción total del país. El Carmen es un municipio de pequeños agricultores quienes acostumbran la rotación de papa, maíz-fríjol en sistema de relevo, y de nuevo papa. Algunas veces se entresiembró la papa con arveja, fríjol arbustivo o arracacha. Los pastos son otra actividad importante. Existe mucha variación local en las fechas de siembra y sistemas de cultivo.

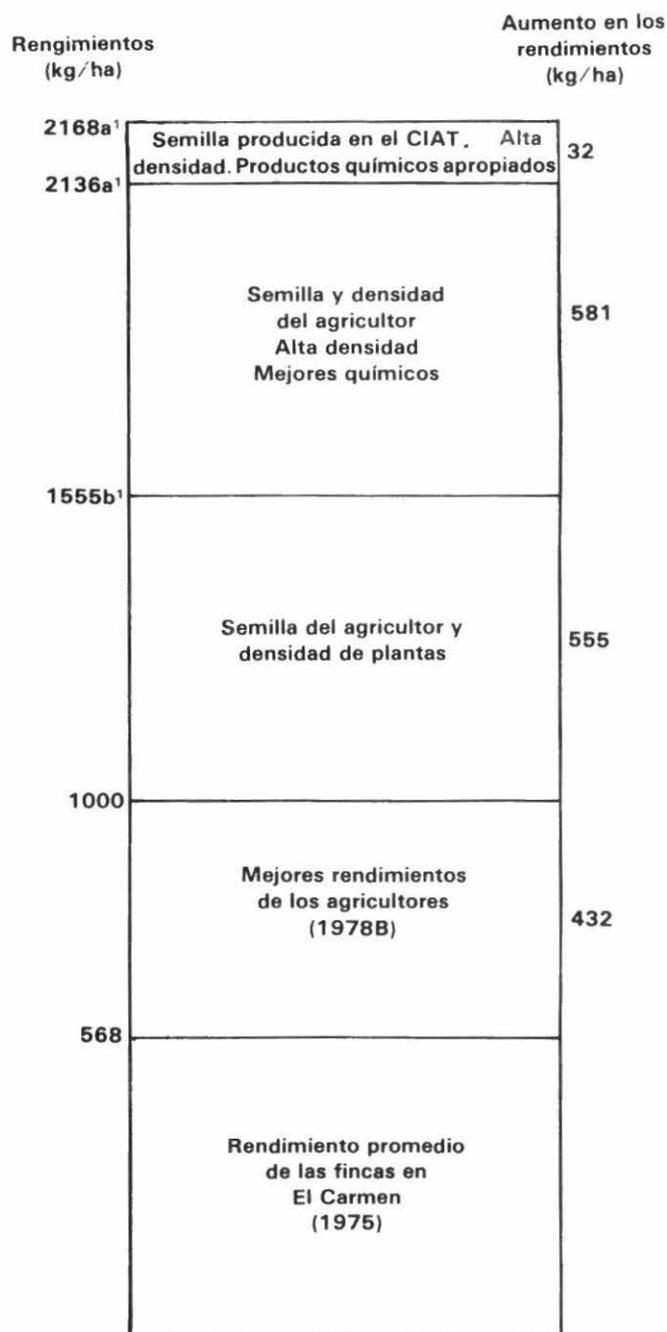
Cargamanto, la variedad local predominante, es extremadamente vigoroso de tal manera que afecta fuertemente al maíz por tener éste que sostener este trepador agresivo. El maíz se siembra en huecos a 0.9-1.0 m de distancia con 3-4 plantas por hueco, y a 1 m entre surcos. Un maíz local alto, con tallo fuerte, se prefiere a los híbridos de mayor rendimiento debido a que los rendimientos de maíz no son muy importantes en este sistema cuya proporción en precio es hasta de 7:1 para frijol:maíz. La densidad del frijol es baja (22,000 plantas/ha). Se aplican altos niveles de químicos y fertilizantes orgánicos para incrementar la fertilidad del suelo y mejorar la textura. La antracnosis parece constituirse en el principal factor limitante de los rendimientos. Se observan frecuentemente *Empoasca*, *oidium*, mancha angular y mancha de *Ascochyta*. Los agricultores aplican fungicidas (maneb) y frecuentemente insecticidas en 4-8 aplicaciones por ciclo de cultivo.

**Efecto de diferentes factores en los ensayos en fincas en Antioquia.** Las investigaciones realizadas en 1975 indicaron rendimientos promedio en frijol de 568 kg/ha en Antioquia (Figura 52). Sin embargo, en El Carmen, la región más fértil y mejor administrada en esta zona productora de frijol en el Departamento, los rendimientos se calcularon en aproximadamente 1 ton/ha. Con mejores prácticas agronómicas, principalmente la sustitución de maneb por benomyl, se obtuvieron rendimientos promedio de 1.55 ton/ha. Al combinar una mayor densidad poblacional (66,000 plantas/ha) con aplicaciones de benomyl, los rendimientos aumentaron a 2.1 ton/ha. La alta población de plantas necesitó un reforzamiento con estacas, lo cual ocasionó mayores dificultades en las operaciones culturales y mayores posibilidades de incidencia de enfermedades. A pesar de la aplicación de benomyl y una precipitación inferior a lo normal, la incidencia de la antracnosis en 1978 correlacionó significativamente con la densidad alcanzada.

El cambio del fungicida maneb por benomyl es una innovación de muy bajo costo que, además, aumentó los rendimientos en 55%. Los costos de insumos son altos en un sistema de alta densidad poblacional (Cuadro 73). El incremento en la densidad de plantas y mejoramiento de las prácticas agronómicas doblan los ingresos de las fincas de \$35,000 a 74,000, con un aumento en los costos de insumos de \$11,000. Teniendo en cuenta que las estacas son el principal componente del aumento en los costos, tal vez se puedan hacer economías disminuyendo el espaciamiento entre los huecos de maíz en lugar del estaqueo.

Tanto las nuevas variedades como la inoculación todavía presentan problemas técnicos que tienen que ser

resueltos antes de hacerse competitivos con las prácticas anteriores.



<sup>1</sup> Cifras seguidas por la misma letra no son diferentes significativamente al nivel 0.05.

Figura 52. Efectos de tecnología mejorada en los rendimientos de frijol en los ensayos en fincas de El Carmen, Antioquia (1978B).

Cuadro 73. Costos y beneficios de las prácticas actuales del agricultor en comparación con las de las nuevas tecnologías mejoradas en El Carmen, Antioquia (1978B).

|                                   | Mejores prácticas del agricultor <sup>1</sup> | Densidad y semilla del agricultor - productos químicos apropiados | Semilla del agricultor y mayor densidad y productos químicos apropiados |
|-----------------------------------|---|---|---|
| Rendimientos (kg/ha)              | 1,000   | 1,555   | 2,136   |
| Ingresos brutos (\$ Col.)         | 45,000  | 69,975  | 96,120  |
| Costos variables (\$ Col.)        | 10,271  | 12,631  | 21,736  |
| Ingreso neto (\$ Col.)            | 34,729  | 57,344  | 74,384  |
| Aumento en ingreso neto (\$ Col.) | -   | 22,615  | 17,040  |
| Aumento en costos (\$ Col.)       | -   | 2,360   | 9,105   |

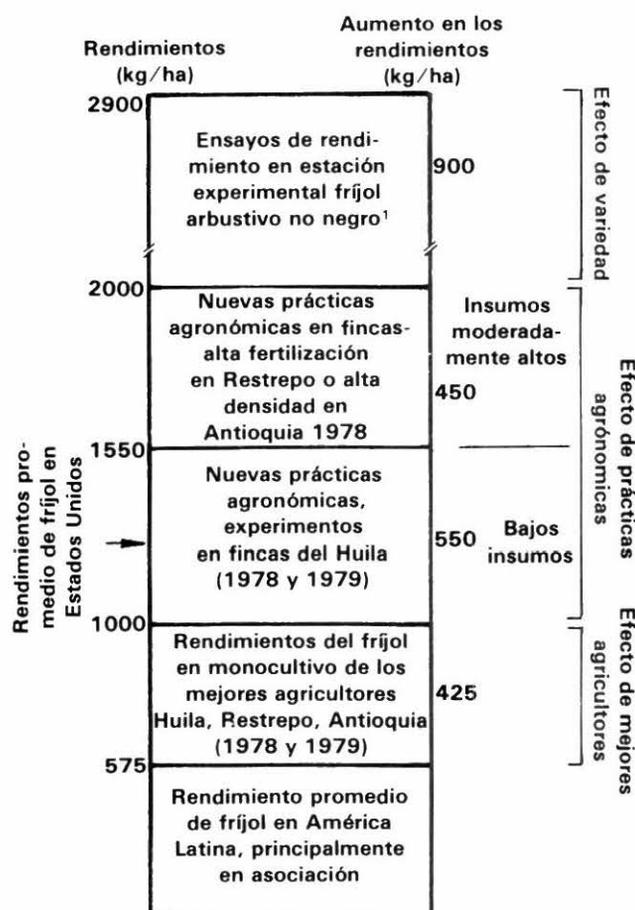
1 Incluye mano de obra pero no los costos de alquiler de la tierra o la depreciación de herramientas.

## Conclusiones

El mejoramiento de las prácticas agronómicas que implican bajo empleo de insumos en Huila y moderadamente alto en Restrepo y Antioquia, fue rentable y podría, de acuerdo con los resultados del modelo, ser adoptado por los agricultores que buscan ganancias. Después de evaluar por año y medio diferentes tipos de semilla mejorada, incluyendo semilla "limpia", en fincas de tres regiones durante dos estaciones, no hubo aumentos en los rendimientos obtenidos\*. En una nueva variedad con resistencia al BCMV será necesario evaluar más el efecto de la calidad de la semilla a nivel del agricultor.

La brecha actual entre los rendimientos promedio de frijol en América Latina y los rendimientos de las líneas experimentales del CIAT en 1979 fue casi de 2.5 ton/ha (Figura 53). En los ensayos en fincas esta brecha se pudo dividir en tres componentes. Primero, casi 0.5 ton/ha se puede explicar como la diferencia entre los rendimientos de la baja densidad poblacional y baja tecnología en asociación (sistema que predomina en la mayoría de las regiones de América Latina), y el monocultivo con mayores densidades poblacionales y mejor tecnología que se encuentra en las mejores fincas. Segundo, una diferencia de 1 ton/ha se puede obtener mediante prácticas agronómicas mejoradas con las variedades del agricultor.

\* En estos Unidos y Canadá los campos donde se produce la semilla certificada no pueden tener más del 1% de las plantas infectadas con el BCMV. En la var. Calima una infección del 1% de las plantas implicaría 0.3% en las semillas; por consiguiente los niveles de infección de semilla Dagua de 2 a 8% fueron altos comparados con los niveles exigidos en América del Norte.



1 Rendimientos promedio de las ocho mejores selecciones no negras en el CIAT durante 1979.

Figura 53. Rendimientos de frijol en los campos del agricultor en experimentos a nivel de fincas y estación experimental.

Un 0.5 ton/ha de aumento en el rendimiento se puede conseguir principalmente con mejores prácticas agronómicas sin utilizar altos niveles de insumos; otros de 0.5 ton/ha con prácticas agronómicas mejoradas incluyendo relativamente más insumos. Sin embargo, las nuevas líneas experimentales con resistencia a enfermedades e insectos o menores requerimientos de P podrían sustituir potencialmente algunas de las prácticas agronómicas de

mayor costo. Finalmente, el efecto de la variedad es de otros 0.9 ton/ha como se anota en los resultados de 1979B.

La inoculación, incorporación de nuevas líneas experimentales, y diferentes sistemas de siembra de los frijoles arbustivos son componentes tecnológicos que todavía deben ser evaluados.

## Estudios Específicos

### Adaptación a la Temperatura

Doscientas cincuenta accesiones seleccionadas de germoplasma y líneas avanzadas mejoradas de los cuatro hábitos de crecimiento se sembraron en cinco localidades colombianas (entre las latitudes 2-6°) con diferentes regímenes de temperatura, con riego y fertilización adecuados, para estudiar los efectos fisiológicos de la adaptación de *Phaseolus vulgaris* L. a la temperatura.

El Cuadro 74 resume los resultados seleccionados de rendimiento en las cinco localidades, señalando los cinco materiales con más alto rendimiento en cada una. Estos materiales se escogieron para ilustrar las interacciones y componentes de adaptación que se presentan. Ocurren grandes brechas de adaptación en los dos regímenes extremos de temperatura (13-18°C y 25-27°C). Los

resultados del estudio del área objetivo (Figura 54) indican que la mayoría de los frijoles en América Latina se siembran, en efecto, dentro de los límites de temperatura (18 a 25°C), fuera de los cuales ocurren las brechas de adaptación observadas. En Pasto, un sitio de muy baja temperatura, todos los grupos de adaptación produjeron muy poco o nada. Solamente 67 de los 250 materiales produjeron semilla con fallas en todos los estados reproductivos. La falta de adaptación no fue tan grande para el sitio a alta temperatura. En general, los materiales con hábito de crecimiento Tipo IV produjeron mayores rendimientos que los otros tres tipos de hábitos de crecimiento en las localidades con temperaturas moderadas a bajas. El material Tipo I creció muy bien en condiciones de baja temperatura y el Tipo II en la localidad de alta temperatura. Materiales como G02227 (IV) y G03451 (IV) están bien adaptados a las temperaturas

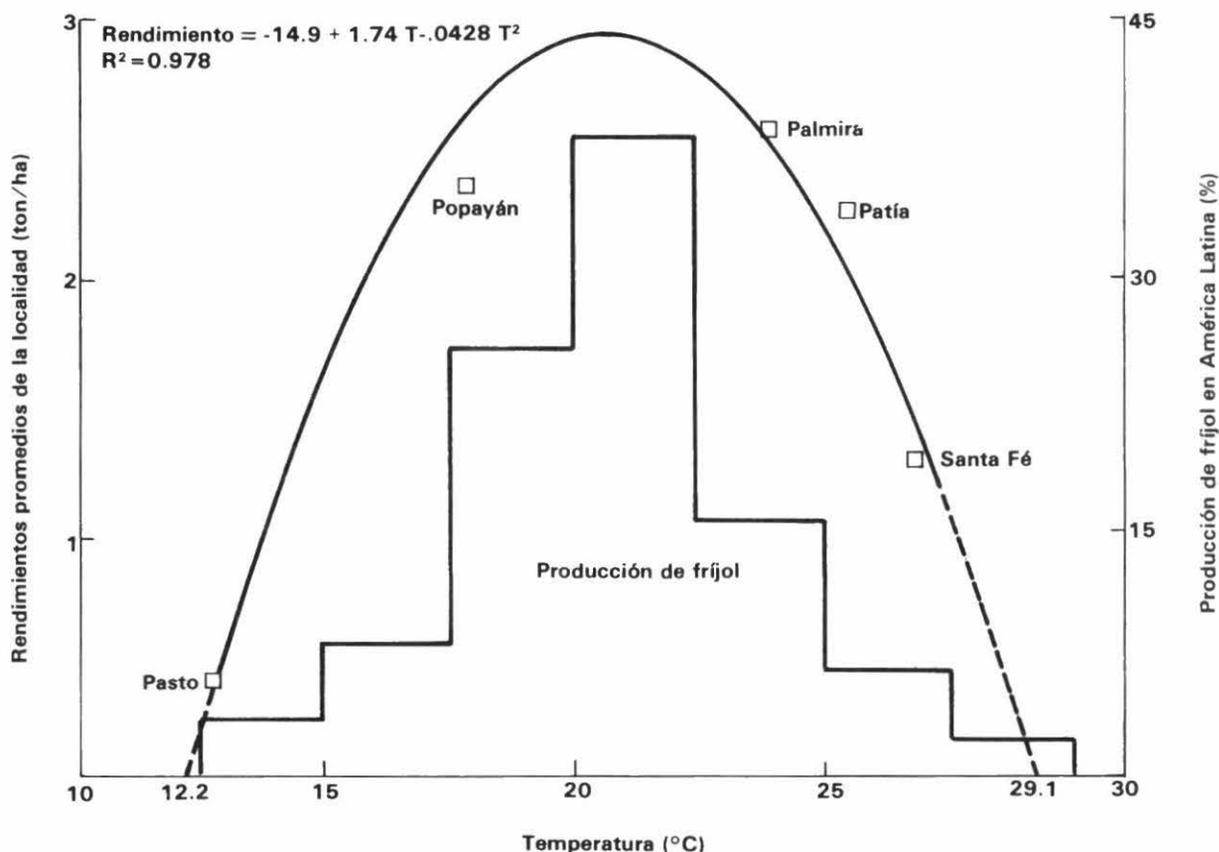


Figura 54. Rendimientos promedios de 250 materiales en cinco localidades de Colombia con zonas de temperaturas diferentes en comparación al porcentaje de producción de frijol en temperaturas medias en América Latina.

Cuadro 74. Rendimiento de los materiales más rendidores de *Phaseolus vulgaris* L. entre 250 accesiones en cinco localidades con diferentes regímenes de temperatura en Colombia.

| Identificación   | Hábito de crecimiento | Rendimiento (ton/ha) |             |             |             |             |
|--|-----------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|  |                       | Santa Fé             | Patía       | Palmira     | Popayán     | Pasto       |
| Grupo 1: mayores rendidores en temperaturas muy altas (Santa Fé) |                       |                      |             |             |             |             |
| G02552   | IV                    | <u>2.23</u>          | 2.84        | 3.11        | 3.10        | 0.00        |
| G03689   | II                    | <u>2.22</u>          | 2.93        | 2.42        | 2.72        | 0.00        |
| G05213   | II                    | <u>2.14</u>          | 2.52        | 3.26        | 2.63        | 0.00        |
| G04461   | II                    | <u>2.14</u>          | 2.77        | 2.59        | 2.66        | 0.00        |
| FF036-3  | II                    | <u>2.12</u>          | 2.39        | 2.71        | 2.87        | 0.00        |
| Grupo 2: rendidores en temperaturas altas (Patía)                |                       |                      |             |             |             |             |
| G02115   | IV                    | 1.48                 | <u>4.16</u> | 3.08        | 1.95        | 0.00        |
| G05054   | III                   | 1.29                 | <u>3.99</u> | 3.28        | 2.62        | 0.00        |
| G03762   | IV                    | 1.57                 | <u>3.60</u> | 3.49        | 2.84        | 0.00        |
| G05653   | IV                    | 0.96                 | <u>3.53</u> | 3.91        | 3.28        | 1.26        |
| G03352   | IV                    | 1.43                 | <u>3.50</u> | 4.44        | 2.78        | 0.27        |
| Grupo 3: mayores rendidores en temperaturas moderadas (Palmira)  |                       |                      |             |             |             |             |
| G02227   | IV                    | 0.96                 | 2.08        | <u>4.45</u> | 3.21        | 0.14        |
| G03352   | IV                    | 1.43                 | 3.50        | <u>4.44</u> | 2.78        | 0.07        |
| G02327   | IV                    | 1.52                 | 2.57        | <u>4.33</u> | 3.16        | 0.00        |
| G00685   | IV                    | 0.00                 | 1.61        | <u>4.31</u> | 3.02        | 0.00        |
| G02161   | IV                    | 2.07                 | 2.77        | <u>4.26</u> | 2.78        | 0.00        |
| Grupo 4: mayores rendidores en temperaturas bajas (Popayán)      |                       |                      |             |             |             |             |
| G03451   | IV                    | 1.22                 | 2.92        | 3.41        | <u>3.32</u> | 0.00        |
| G05653   | IV                    | 0.96                 | 3.52        | 3.91        | <u>3.28</u> | 1.26        |
| G03144   | IV                    | 1.53                 | 2.70        | 3.66        | <u>3.27</u> | 0.19        |
| G04524   | II                    | 2.10                 | 2.56        | 3.74        | <u>3.22</u> | 0.00        |
| G02227   | IV                    | 0.96                 | 2.08        | 4.45        | <u>3.21</u> | 0.14        |
| Grupo 5: mayores rendidores en temperaturas muy bajas (Pasto)    |                       |                      |             |             |             |             |
| G04523   | I                     | 1.63                 | 2.10        | 3.06        | 2.02        | <u>1.41</u> |
| G05772   | I                     | 0.00                 | 0.25        | 2.21        | 1.88        | <u>1.32</u> |
| G08042   | I                     | 0.64                 | 2.53        | 2.39        | 1.32        | <u>1.05</u> |
| G05702   | IV                    | 0.00                 | 0.34        | 1.36        | 1.83        | <u>0.94</u> |
| G05701   | IV                    | 1.26                 | 3.27        | 3.23        | 2.73        | <u>0.93</u> |
| Rendimiento medio de la localidad                                |                       | 1.26                 | 2.26        | 2.57        | 2.38        | 0.43        |
| DMS  |                       | 0.47                 | 0.80        | 0.63        | 0.69        | 0.26        |
| CV %   |                       | 23.5                 | 22.3        | 15.2        | 17.9        | 37          |

1 Temperaturas (°C): Santa Fé: media = 26.7; max. = 31.3; min. = 22.1. Patía: media = 25.5; max. = 29.7; min. = 21.5. Palmira: media = 23.9; max. = 28.9; min. = 20.0. Popayán: media = 17.9; max. = 23.9; min. = 11.0. Pasto: media = 12.7; max. = 16.4; min. = 9.7.

moderadas a bajas. Una amplia adaptación a temperaturas bajas a altas se encontró en G05653 (IV) que se desempeñó bien en las tres localidades. La adaptación a temperaturas muy bajas y altas parece ser más específica. De los 600 materiales sembrados en experimentos recientes en Pasto, hay cuatro líneas de Tipo I, II y III que presentan adaptación a la temperatura muy baja con rendimientos experimentales cercanos a las 2 ton/ha.

Un resumen de resultados sobre los componentes del rendimiento en los cinco grupos de adaptación se presenta en el Cuadro 75. Todos los materiales seleccionados presentaron demora en la floración a baja temperatura. Bajo tales condiciones el material adaptado a temperaturas moderadas a altas se demoró más que el material de temperatura baja. Se debe anotar que el fotoperíodo fue igual en todas las localidades. Puesto que estas líneas varían en su sensibilidad al fotoperíodo, los resultados sugieren claramente que existe una interacción entre la temperatura y el fotoperíodo la cual demora la floración. Los próximos métodos de evaluación sobre demora en la floración deben incluir las dos condiciones ambientales. Se presentó una demora en la maduración fisiológica de todos los grupos a las temperaturas más bajas no solamente debido a la tardanza en la floración, sino también por el número excesivo de vainas infértiles que se produjeron. Esto es evidente en los resultados del grupo adaptado a temperatura moderada que produjo un gran número de vainas y pocas semillas por vaina en las localidades de temperatura baja. En los sitios de temperaturas superiores el número de semillas por vaina resultó mayor pero el rendimiento se redujo debido al escaso número de vainas a pesar de que las plantas tuvieron el mismo periodo de floración que en el sitio de temperatura moderada. Esto sugiere que ocurrió un aborto considerable de flores en las temperaturas altas.

En general, todos los grupos adaptados tendieron a presentar la más alta eficiencia en rendimiento diario en las temperaturas moderadas; los materiales estudiados tendieron a estar más adaptados a las temperaturas moderadas y altas que a las bajas.

## Estabilidad del Hábito de Crecimiento

Se han observado ciertas líneas de frijol que son tanto trepadoras indeterminadas (Tipo IV) como no trepadoras indeterminadas (Tipo II y III), según la localización del cultivo y la estación.

En cámara de ambiente controlado se estudiaron estos cambios en la morfología, la cual se debió a un corte en la

noche con luz roja (Figura 55). Esta respuesta se anuló cuando a la luz roja siguió una irradiación roja distante implicando una respuesta fotomorfogénica en vez de fotoperiódica. Estos estudios han continuado con el objeto de establecer la posibilidad de utilizar en el campo el corte nocturno con luz roja para evaluar la estabilidad en el hábito de crecimiento del material.

Se hicieron cruzamientos de líneas que presentaron inestabilidad en el hábito de crecimiento con la línea G04454 que permaneció no trepadora bajo todas las proporciones de luz roja:roja distante. En el invernadero y en la cámara de crecimiento se controló el rasgo trepador con un gen mayor basado en los resultados de segregación en la F<sub>2</sub> y progenies de retrocruzamiento de cruzamientos con ambos progenitores. La luz roja estimuló la actividad de este alelo dominante y la luz roja distante lo demoró (Cuadro 76). El control genético de la sensibilidad de la floración a los fotoperíodos diurnos largos resultó independiente del gen de trepador frente a los hábitos de crecimiento de no trepadores, lo cual sugiere que la floración y el hábito trepador son dos respuestas genéticamente independientes controladas por fitocromo.

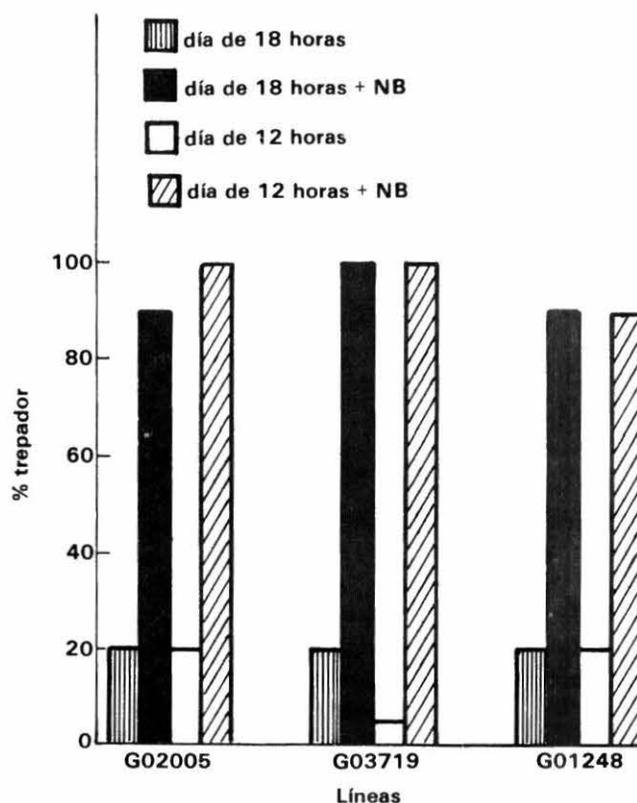


Figura 55. Presencia del hábito trepador en tres líneas de frijol bajo dos fotoperíodos con y sin corte nocturnos de luz roja (NB) de 15 minutos.

Cuadro 75. Componentes del rendimiento de los cinco materiales más rendidores de cada grupo de adaptación de *Phaseolus vulgaris* L. seleccionados de 250 accesiones en cinco localidades de cada régimen de temperatura.

| Grupos de adaptación                  | Régimen de temperatura |      |          |      |          |
|---------------------------------------|------------------------|------|----------|------|----------|
|                                       | Muy baja               | Baja | Moderada | Alta | Muy alta |
| No. días hasta floración              |                        |      |          |      |          |
| 1                                     | 93                     | 56   | 39       | 37   | 36       |
| 2                                     | 87                     | 49   | 36       | 39   | 36       |
| 3                                     | 85                     | 50   | 35       | 39   | 38       |
| 4                                     | 85                     | 50   | 37       | 37   | 40       |
| 5                                     | 76                     | 47   | 40       | 39   | 35       |
| Promedio de la localidad              | 76                     | 51   | 37       | 36   | 35       |
| DMS                                   | 4.0                    | 2.5  | 2.0      | 1.5  | 1.9      |
| No. días hasta maduración fisiológica |                        |      |          |      |          |
| 1                                     | 159                    | 103  | 82       | 84   | 84       |
| 2                                     | 159                    | 99   | 86       | 92   | 92       |
| 3                                     | 157                    | 105  | 90       | 95   | 100      |
| 4                                     | 157                    | 99   | 88       | 90   | 94       |
| 5                                     | 151                    | 100  | 84       | 95   | 100      |
| Promedio de la localidad              | 153                    | 101  | 81       | 87   | 87       |
| DMS                                   | 6                      | 2.3  | 1.2      | 0.62 | 0.47     |
| No. vainas/m <sup>2</sup>             |                        |      |          |      |          |
| 1                                     | 0                      | 229  | 219      | 229  | 228      |
| 2                                     | 121                    | 200  | 302      | 290  | 151      |
| 3                                     | 429                    | 207  | 305      | 177  | 147      |
| 4                                     | 325                    | 241  | 279      | 225  | 148      |
| 5                                     | 139                    | 115  | 169      | 129  | 130      |
| Promedio de la localidad              | 197                    | 193  | 219      | 199  | 160      |
| DMS                                   | 196                    | 82   | 62       | 81   | 145      |
| No. semillas/vaina                    |                        |      |          |      |          |
| 1                                     | 0.0                    | 5.6  | 6.1      | 5.5  | 5.0      |
| 2                                     | 1.4                    | 4.4  | 4.5      | 4.5  | 4.5      |
| 3                                     | 0.5                    | 4.7  | 6.1      | 5.1  | 5.1      |
| 4                                     | 1.0                    | 5.0  | 5.3      | 4.9  | 4.5      |
| 5                                     | 2.0                    | 4.0  | 3.9      | 3.3  | 3.0      |
| Promedio de la localidad              | 1.0                    | 4.8  | 5.1      | 4.7  | 4.2      |
| DMS                                   | 0.68                   | 1.32 | 1.1      | 1.0  | 0.92     |
| Peso por semilla (mg)                 |                        |      |          |      |          |
| 1                                     | 0                      | 192  | 177      | 188  | 190      |
| 2                                     | 218                    | 279  | 239      | 256  | 208      |
| 3                                     | 240                    | 279  | 246      | 251  | 224      |
| 4                                     | 198                    | 250  | 228      | 228  | 210      |
| 5                                     | 396                    | 402  | 333      | 313  | 303      |
| Promedio de la localidad              | 301                    | 250  | 214      | 222  | 202      |
| DMS                                   | 78                     | 36   | 30       | 26   | 0.03     |
| Rendimiento por día (g)               |                        |      |          |      |          |
| 1                                     | 0.0                    | 2.7  | 3.7      | 3.2  | 2.6      |
| 2                                     | 0.3                    | 2.7  | 4.3      | 4.2  | 1.5      |
| 3                                     | 0.1                    | 2.9  | 4.8      | 2.7  | 1.2      |
| 4                                     | 0.2                    | 3.3  | 4.4      | 3.1  | 1.4      |
| 5                                     | 0.8                    | 2.0  | 2.9      | 2.0  | 1.0      |
| Promedio de la localidad              | 0.3                    | 2.4  | 3.2      | 2.6  | 1.5      |
| DMS                                   | 0.17                   | 0.68 | 0.75     | 0.92 | 0.66     |

1 Grupo 1-5: grupos de los cinco materiales más rendidores en localidades con temperaturas muy altas o muy bajas, respectivamente.

Se sembraron semillas  $F_2$  y  $F_3$  de plantas individuales crecidas en los experimentos de fotorreversibilidad en dos localidades de distinta altura y temperatura (Palmira 24°C, 1000 m; Patía 26°C, 600 m). En ambas localidades los estudios de segregación de las poblaciones progenitoras  $F_2$  y  $F_3$  se desviaron de las relaciones fenotípicas esperadas e indicaron más bien dominancia a la inversa. Las pruebas de

heterogeneidad constataron que estas poblaciones no representaron un grupo de muestras de una población individual, a pesar de ser tomadas de una sola población bajo condiciones ambientales controladas. Esto indicó que la acción del gen trepador observado en condiciones controladas fue altamente dependiente tanto de las condiciones ambientales como de otros genes en el genoma.

**Cuadro 76.** Número de plantas trepadoras y no trepadoras en poblaciones de progenitores y  $F_2$  de frijol cultivado bajo un fotoperíodo de 18 horas con un corte nocturno de 15 minutos de luz roja seguido por luz roja lejana.

| Población               | Luz roja |             | Roja/roja-lejana |             |
|-------------------------|----------|-------------|------------------|-------------|
|                         | Trepador | No trepador | Trepador         | No trepador |
| G03719                  | 6        | 0           | 0                | 3           |
| G01248                  | 6        | 0           | 0                | 3           |
| G02005                  | 4        | 0           | 0                | 3           |
| G04454                  | 0        | 17          | 0                | 9           |
| <b><math>F_2</math></b> |          |             |                  |             |
| G03719 x G04454         | 32       | 10          | 0                | 14          |
| G04454 x G01248         | 22       | 7           | 0                | 14          |
| G0445 x G02005          | 21       | 7           | 0                | 14          |

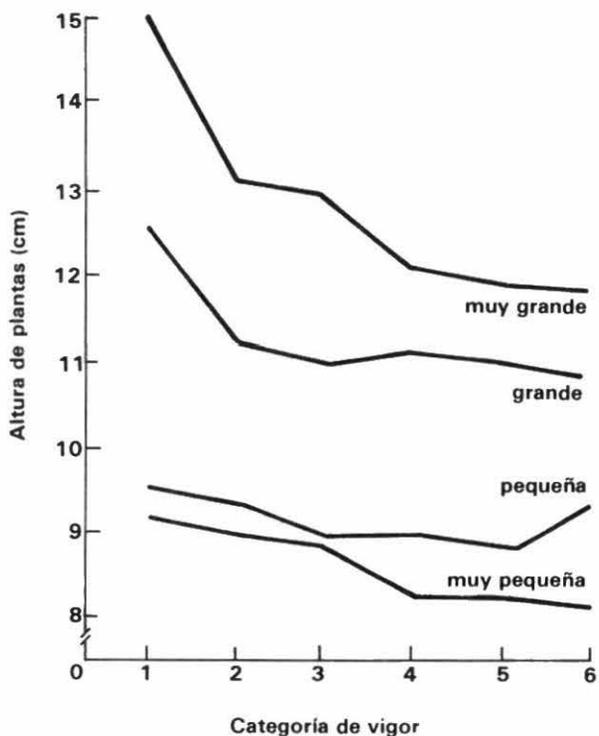


Figura 56. Altura de las plantas (19 días después de la siembra) frente a las categorías de vigor de cuatro grupos de frijol por tamaño de semilla.

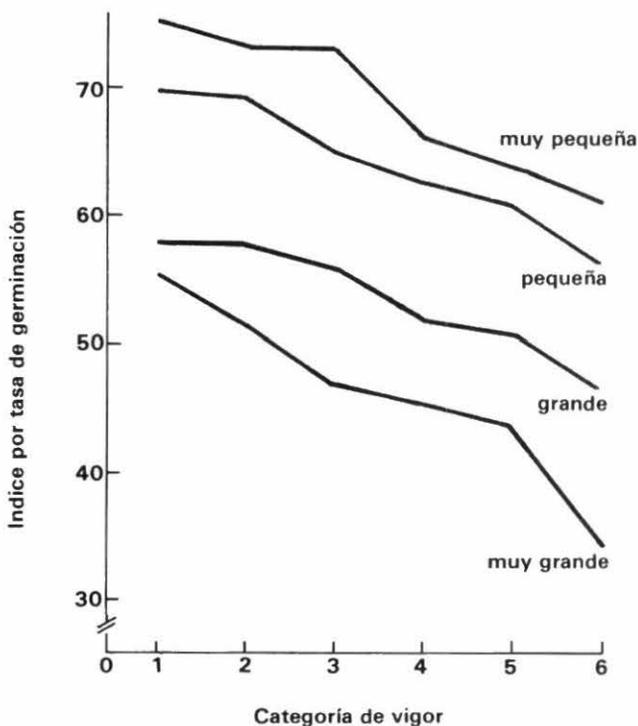


Figura 57. Índice de germinación frente a las categorías de vigor de cuatro grupos de frijol por tamaño de semilla.

## Vigor de la Plántula

Se hicieron estudios para desarrollar un método efectivo de evaluación por vigor de plántula en el germoplasma. Se emplearon 20 materiales con distintos tamaños de semilla. Esta se seleccionó en cada variedad dentro de cada grupo de tamaños, empleando un método de conductividad no destructivo de la semilla. Esta metodología separó la semilla dentro de cada grupo de tamaños en ocho categorías de acuerdo con su vigor.

En general las líneas de semilla más grande produjeron plantas más altas a los 19 días de la siembra. Lo contrario fue cierto para la tasa relativa de crecimiento (RGR) y el índice de la tasa de germinación (RGI).

El equipo usado (Modelo MSS-110; Agro Sciences Michigan) trabajó muy bien en la separación de semilla de acuerdo con la medida relativa de vigor por altura de la planta, RGR y RGI, pero no con la tasa neta de asimilación. Las Figuras 56 y 57 indican que las categorías de vigor de las plántulas son independientes de las categorías de tamaño de la semilla. Hubo correlación significativa entre el peso de la semilla y la altura de la planta (0.57) y correlaciones significativas negativas entre RGR (-0.89) y RGI (-0.75). Las correlaciones entre la altura de la planta, RGR y RGI frente a las categorías de vigor de la semilla fueron de -0.83, -0.97 y -0.90, respectivamente.

Esta metodología parece promisorio como medio de selección rápido de semilla por vigor relativo de la plántula.

## Actividades Regionales

### América Central y el Caribe

Estas actividades se encaminaron a fortalecer la red de investigación y transferencia de tecnología en la región con las oficinas principales del CIAT en Palmira, Colombia. Tales actividades incluyeron la selección del personal que recibiría adiestramiento, organización de reuniones y seminarios, distribución de germoplasma, y colaboración con los programas nacionales en proyectos específicos. El personal del CIAT destacado en el exterior también ayudó en la evaluación de viveros y participó en el proyecto cooperativo ICTA-CIAT para el desarrollo de germoplasma resistente al BGMV.

**PCCMCA.** El Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, PCCMCA, en Tegucigalpa, Honduras, contó con la colaboración muy activa del Programa de Frijol en la organización y presentación del tema Leguminosas de Grano en su XXV Reunión Anual.

**Cursos cortos sobre producción de frijol.** El Programa ayudó en la organización de un curso corto intensivo sobre producción de frijol auspiciado por el Programa de Maíz y Frijol, PROMYF, para investigadores en Honduras.

**Líneas tolerantes al BGMV.** Con personal de frijol de México, América Central, Panamá, Haití y República Dominicana se realizó una reunión informativa sobre las nuevas líneas tolerantes al BGMV en Guatemala y El Salvador, y para coordinar los planes futuros para el área. El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, de Guatemala lanzó tres variedades desarrolladas a partir de materiales del CIAT.

**Transferencia de tecnología.** Viveros del CIAT para rendimiento y adaptación, tolerancia al calor y sequía, a *Empoasca*, *Apion*, BGMV y mustia hilachosa, así como líneas mejoradas tempranas y avanzadas se distribuyeron a diferentes países para las siembras en febrero, mayo y septiembre. Aproximadamente 1250 kg de semilla se distribuyeron en la región.

Se alentó a los programas nacionales a formar sus propios viveros de rendimiento y adaptación, VINAR. Los VINAR de Honduras, Guatemala y Costa Rica se distribuyeron a otros programas nacionales en la región. El VINAR de Guatemala también se envió al CIAT, Brasil, Jamaica y Puerto Rico.

Como resultado del trabajo con estos materiales en colaboración con los programas nacionales se adoptaron y distribuyeron diversas variedades durante el año (Cuadro 77). Es la primera vez que se consideran los materiales producidos por el CIAT para su lanzamiento como nuevas variedades.

### Proyecto Colaborativo ICTA-CIAT

La enfermedad más limitante del frijol en el sureste de Guatemala es el virus del mosaico dorado del frijol (BGMV). Esta se considera también como un importante factor limitante de la producción en zonas de El Salvador, Honduras, República Dominicana, Cuba y Brasil. En colaboración con el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, de Guatemala, se adelanta un proyecto para investigar la resistencia de las plantas al BGMV.

Variedades locales de Guatemala tales como Rabia de Gato son altamente susceptibles al BGMV. Durante 1977 se inició un programa de mejoramiento y es así como se evaluaron 41 poblaciones híbridas. Después de varias temporadas de prueba en las estaciones experimentales y en ensayos en fincas (Cuadros 78 y 79) en monocultivo y sistemas asociados de cultivos, a diferentes niveles de fertilización y aplicaciones de insecticida, a finales de 1979 el ICTA denominó nuevas variedades a tres selecciones híbridas avanzadas resistentes al BGMV (Cuadro 77).

Los resultados del ICTA (Cuadro 80) indican que una de las líneas resistentes sin protección química contra la mosca blanca vectora del virus produjo más que la variedad local susceptible tratada con insecticidas tanto granulares antes de la siembra, como foliares. ICA-Pijao y Turrialba 1, ambas progenitoras de numerosos cruzamientos de BGMV, han sido distribuidas en el sureste de Guatemala y con frecuencia sirven como controles de resistencia.

Los ensayos de rendimiento de las selecciones del segundo grupo de progenies 1978 incluyeron una de las tres líneas iniciales (DOR 42) como control resistente. Bajo severo ataque del BGMV, varias líneas nuevas parecieron aún más prometedoras que las recientemente lanzadas como variedades (Cuadro 81), sugiriendo la posibilidad de futuros avances mediante el entrecruzamiento de las líneas superiores de diversa composición genética. Ochenta y siete poblaciones F<sub>2</sub> de tales entrecruzamientos hechos en el CIAT se evaluaron en Guatemala durante 1979.

Cuadro 77. Variedad lanzada en los países de Centro América o Caribe proveniente de los materiales IBYAN que incluían variedades o líneas mejoradas avanzadas del CIAT.

| Línea o variedad | Nombre                    | País                        |
|------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Línea 32         | ICA-Pijao (ICTA-Suchitan) | Cuba, Guatemala, Costa Rica |
| ICA-10103        | Talamanca                 | Costa Rica, El Salvador     |
|                  | Porrillo 1 (ICTA-Culma)   | Guatemala                   |
|                  | ICA-Tui                   | Costa Rica                  |
| Br. 2            | Bico de Ouro              | Trinidad y Tobago           |
|                  | Ex Rico 23                | Trinidad y Tobago           |
| DOR 41           | ICTA-Quetzal              | Guatemala                   |
| DOR 42           | ICTA-Jutiapan             | Guatemala                   |
| DOR 44           | ICTA-Tamazulapa           | Guatemala                   |
| FF11-10-1-CM-2-7 | Acacia 6                  | Honduras                    |

Cuadro 78. Rendimiento de líneas experimentales de frijol en monocultivo con o sin ataque agudo de BGMV<sup>1</sup> (Ensayos Regionales ICTA).

| Línea      | Identificación  | Población      | Grado de infección <sup>2</sup> | Rendimiento (kg/ha) |          | Rendimiento relativo (%) |
|------------|-----------------|----------------|---------------------------------|---------------------|----------|--------------------------|
|            |                 |                |                                 | Con BGMV            | Sin BGMV |                          |
| DOR 44     | FF2152-1-CM(7)  | F <sub>6</sub> | 5.0                             | 1486                | 2106     | 70                       |
| D-11       | FF424-5-CB-1    | F <sub>8</sub> | 5.0                             | 1386                | 2039     | 68                       |
| D-34       | FF1012-CB-CB    | F <sub>8</sub> | 6.0                             | 1314                | 1954     | 67                       |
| DOR 41     | FF1006-4        | F <sub>8</sub> | 5.0                             | 1300                | 2478     | 52                       |
| D-82       | FF2152-CM(3)    | F <sub>6</sub> | 6.0                             | 1288                | 2309     | 56                       |
| DOR 42     | FF1012-CB-CB    | F <sub>8</sub> | 5.0                             | 1233                | 2420     | 51                       |
| D-33       | FF972-2-CB      | F <sub>8</sub> | 6.5                             | 1217                | 2640     | 46                       |
| D-37       | FF1012-3-CB     | F <sub>8</sub> | 5.3                             | 1207                | 2688     | 45                       |
| D-52       | FF2175-M-4      | F <sub>7</sub> | 6.0                             | 1184                | 2421     | 49                       |
| D-51       | FF2175-M-3      | F <sub>7</sub> | 5.0                             | 1177                | 2841     | 41                       |
| D-38       | FF2158-M-CM(12) | F <sub>7</sub> | 6.3                             | 1106                | 2284     | 40                       |
| D-50       | FF2175-M-2      | F <sub>7</sub> | 6.3                             | 1050                | 1885     | 56                       |
| D-6        | FF446-8-CB      | F <sub>8</sub> | 6.7                             | 1020                | 1846     | 55                       |
| D-55       | FF2179-CM-3     | F <sub>7</sub> | 6.5                             | 989                 | 1894     | 52                       |
| D-45       | FF2160-M-4      | F <sub>7</sub> | 6.3                             | 956                 | 3078     | 31                       |
| D-29       | FF1006-3        | F <sub>8</sub> | 6.0                             | 932                 | 2336     | 40                       |
| P675       | ICA-Pijao       | -              | 5.7                             | 1111                | 2462     | 45                       |
| P709       | Turrialba-1     | -              | 5.7                             | 651                 | 2196     | 30                       |
| P9         | Pecho Amarillo  | -              | 8.0                             | 546                 | 2540     | 21                       |
| DMS (0.01) |                 |                |                                 |                     | 903      |                          |
| CV %       |                 |                |                                 |                     | 20.7     |                          |

1 Infección aguda de BGMV en Monjas, 1978; sin infección de BGMV en San Jerónimo, 1979.

2 Grado de reacción al BGMV en Monjas, 1978: 1-3 = resistente; 4-6 = tolerante; 7-9 = susceptible.

Cuadro 79. Reacción al BGMV y roya, y rendimiento de líneas de fríjol en asociación con maíz en ensayos a nivel de finca, Guatemala.

| Línea      | Identificación | Población      | Reacción a: <sup>1</sup> |      | Rendimiento (kg/ha) |
|------------|----------------|----------------|--------------------------|------|---------------------|
|            |                |                | BGMV                     | Roya |                     |
| DOR 44     | Tamazulapa     | F <sup>6</sup> | T                        | T    | 1893                |
| DOR 41     | Quetzal        | F <sup>8</sup> | T                        | T    | 1555                |
| D-51       | FF2175-M-3     | F <sup>7</sup> | T                        | T    | 1521                |
| P675       | ICA-Pijao      | -              | T                        | T    | 1469                |
| DOR 42     | Jutiapan       | F              | T                        | T    | 1307                |
| P709       | Turrialba 1    | - <sup>8</sup> | T                        | T    | 1273                |
| D-52       | FF2175-M-4     | F <sup>7</sup> | T                        | T    | 1254                |
|            | PI 310739      | -              | T                        | S    | 1199                |
| 78-12      |                | -              | S                        | S    | 1114                |
| 78-10      |                | -              | T                        | S    | 880                 |
|            | Rabia de Gato  | -              | S                        | S    | 264                 |
| DMS (0.01) |                |                |                          |      | 577                 |
| CV %       |                |                |                          |      | 27                  |

<sup>1</sup> Grado de reacción al BGMV o roya: T = tolerante; S = susceptible.

Cuadro 80. Rendimientos de variedades mejoradas y tradicionales con y sin protección con insecticidas, y bajo presión del BGMV en ensayos en fincas en Guatemala.

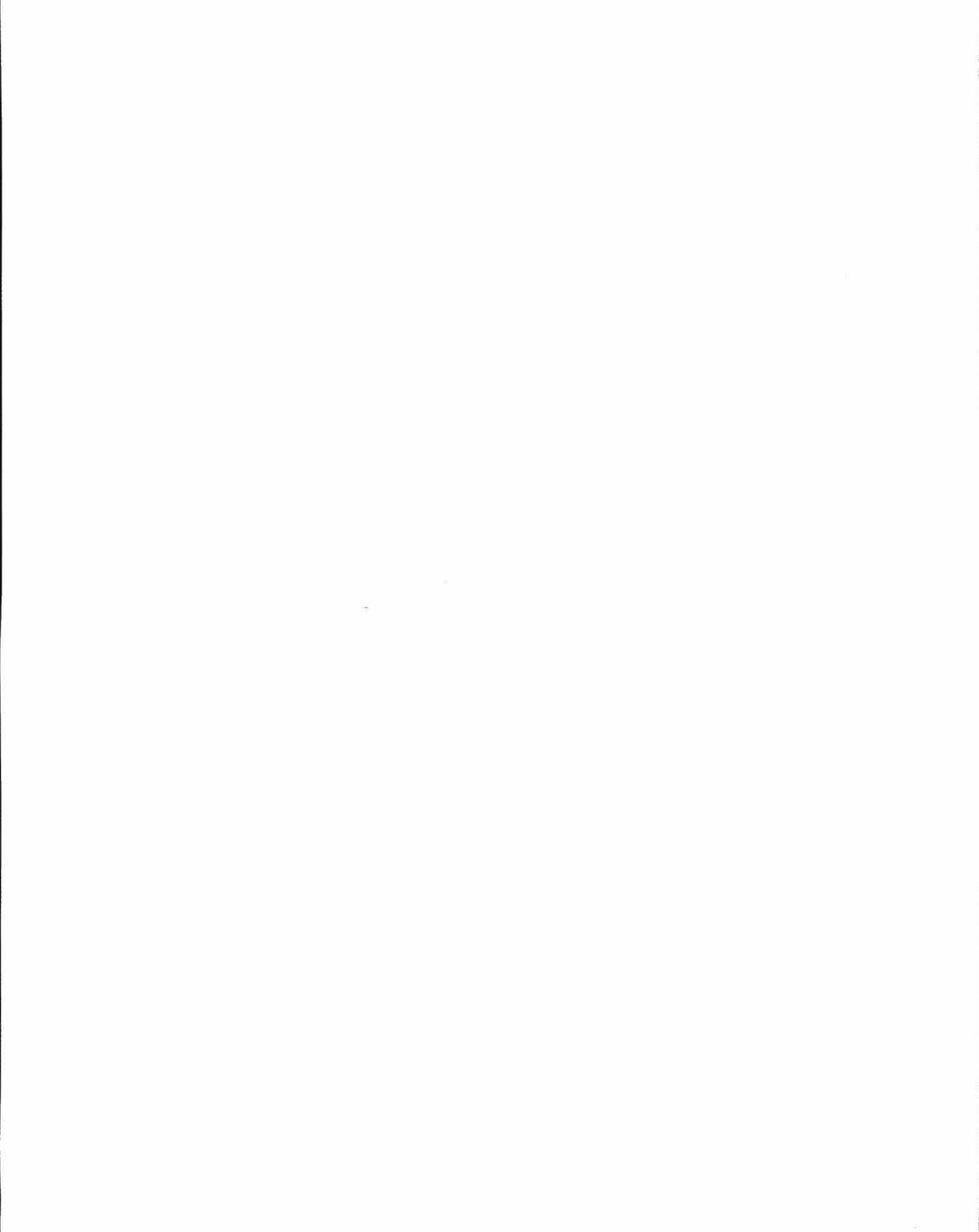
| Variedad             | Rendimiento (kg/ha) |                               | Aumento rendimiento (%) |
|----------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|
|                      | Sin insecticidas    | Con insecticidas <sup>1</sup> |                         |
| Jutiapan (DOR 42)    | 2133                | 3443                          | 62                      |
| ICA-Pijao (P675)     | 1678                | 3535                          | 48                      |
| Rabia de Gato (P739) | 280                 | 1959                          | 14                      |

<sup>1</sup> Incluye 20 kg/ha de carbofuran 5G y cinco aplicaciones de metamidofos.

Cuadro 81. Resultados de los ensayos preliminares de rendimiento en 1979 bajo alta presión del BGMV en Monjas, Guatemala.

| Línea             | Identificación       | Población      | Reacción al BGMV <sup>1</sup> | Rendimiento (kg/ha) |
|-------------------|----------------------|----------------|-------------------------------|---------------------|
| -                 | DR3757-8g-CM(11)     | F <sup>4</sup> | 6.0                           | 678                 |
| -                 | DR3757-5g-CM(7)      | F <sup>4</sup> | 5.5                           | 668                 |
| -                 | DR3737-1g-CM(8)      | F <sup>4</sup> | 6.0                           | 668                 |
| Jutiapan (DOR 42) | FF1012-CB-CB-CM(2g)  | F <sup>8</sup> | 6.5                           | 624                 |
| P675              | ICA-Pijao (Suchitán) | -              | 7.0                           | 585                 |
| P757              | Porrillo 1           | -              | 7.0                           | 412                 |
| P488              | Porrillo 70          | -              | 7.0                           | 357                 |
| P9                | Pecho Amarillo       | -              | 7.5                           | 222                 |
| P709              | Turrialba-1          | -              | 7.0                           | 220                 |
| P6                | PI 313739            | -              | 8.0                           | 178                 |
| P712              | 51052                | -              | 8.0                           | 107                 |
| (0.01)            |                      |                | 1.1                           | 360                 |

<sup>1</sup> Reacción al BGMV: 1-3 resistente; 4-6 = tolerante; 7-9 = susceptible.



# Adiestramiento y Actividades de Comunicación

## Adiestramiento

En colaboración con la Oficina de Adiestramiento del CIAT, responsable de la coordinación de tales actividades, el Programa de Frijol adiestró 114 profesionales procedentes de 23 países en diferentes áreas de especialización (Cuadro 82).

## Conferencias

Dos seminarios se celebraron durante el año en el CIAT: el primero, del 12 al 14 de noviembre, sobre antracnosis, mancha angular de la hoja y añublo bacterial común, con la participación de 40 personas de distintos países; el segundo, del 19 al 23 de noviembre, sobre mejoramiento genético del frijol, con la asistencia de 12 fitomejoradores procedentes de 11 países.

## Materiales audiotutoriales

En el curso de 1979 la Unidad de Comunicaciones del CIAT continuó colaborando con el Programa en la

preparación de materiales autodidácticos (audiovisuales acompañados de guías de estudio) sobre información técnica relativa al frijol. Estas unidades de enseñanza sirven a los participantes como ayudas complementarias del aula, del laboratorio y del trabajo de campo. Se procuró incrementar su disseminación entre instituciones de investigación, extensión y enseñanza en América Latina. Estas ayudas han demostrado ser un instrumento efectivo en los cursos de adiestramiento auspiciados por el CIAT en los países. El Cuadro 83 enumera las unidades audiotutoriales disponibles.

## Material impreso

Los títulos publicados por el CIAT en 1979 aparecen en el Cuadro 84. Además, en colaboración con la Unidad de Comunicaciones, el Programa de Frijol preparó una carta informativa bimensual titulada "Hojas de Frijol". En ella se da información actualizada sobre actividades relacionadas con el frijol en varios países así como en el CIAT y otras instituciones del resto del mundo.

Cuadro 82. Profesionales adiestrados en frijol en el CIAT durante 1979 por especialización y categoría de adiestramiento.

| Especialización             | Becarios<br>Posdoctorales | Asociados de<br>Investigación<br>Visitantes | Investiga-<br>dores | Internos<br>Investigación<br>Posgrado | Internos<br>Producción<br>Posgrado | Becarios<br>Especiales | Participantes<br>en cursos<br>cortos | Total                          |
|-----------------------------|---------------------------|---|---------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Agronomía                   | -                         | 1 (4.0) <sup>1</sup>                        | 2 (13.0)            | 13 (47.5)                             | -                                  | -                      | -                                    | 16 (64.5)                      |
| Biometría                   | -                         | 1 (3.0)                                     | -                   | -                                     | -                                  | 1 (1.0)                | -                                    | 2 (4.0)                        |
| Mecanización<br>de cultivos | -                         | -   | -                   | -                                     | -                                  | 1 (1.0)                | -                                    | 1 (1.0)                        |
| Economía                    | -                         | 1 (12.0)                                    | 2 (14.0)            | 2 (5.5)                               | -                                  | -                      | -                                    | 5 (31.5)                       |
| Entomología                 | 1 (12.0)                  | -   | -                   | 5 (13.5)                              | -                                  | -                      | -                                    | 6 (25.5)                       |
| Germoplasma                 | -                         | 2 (17.0)                                    | -                   | 1 (0.5)                               | -                                  | -                      | -                                    | 3 (17.5)                       |
| Fitomejoramiento            | 1 (12.0)                  | 5 (34.0)                                    | 1 (12.0)            | 6 (13.5)                              | -                                  | -                      | -                                    | 13 (71.5)                      |
| Fitopatología               | -                         | 2 (7.0)                                     | 3 (20.0)            | 5 (10.5)                              | -                                  | -                      | -                                    | 10 (37.5)                      |
| Fisiología                  | 2 (15.0)                  | 2 (11.0)                                    | 1 (11.0)            | -                                     | -                                  | -                      | -                                    | 5 (37.0)                       |
| Producción                  | -                         | -   | -                   | -                                     | -                                  | -                      | 66 (67.0)                            | 66 (67.0)                      |
| Virología vegetal           | 1 (6.0)                   | 1 (12.0)                                    | -                   | 2 (2.0)                               | -                                  | 1 (8.0)                | -                                    | 5 (28.0)                       |
| Microbiología de<br>suelos  | -                         | -   | 1 (4.0)             | 3 (9.0)                               | -                                  | -                      | -                                    | 4 (13.0)                       |
| Adiestramiento              | -                         | -   | -                   | 2 (3.5)                               | -                                  | -                      | -                                    | 2 (3.5)                        |
| <b>Total</b>                | <b>5 (45.0)</b>           | <b>15 (100.0)</b>                           | <b>10 (74.0)</b>    | <b>39 (105.5)</b>                     | <b>-</b>                           | <b>3 (10.0)</b>        | <b>66 (67.0)</b>                     | <b>138<sup>2</sup> (401.5)</b> |

Los números en paréntesis son los meses-hombre de adiestramiento. El número real de adiestrados en 1979 fue 114. La cifra 138 se debe a que algunos recibieron adiestramiento adicional en otras categorías. Países de origen de los profesionales adiestrados:

|               |                          |               |               |                    |
|---------------|--------------------------|---------------|---------------|--------------------|
| Argentina (6) | Costa Rica (8)           | Guatemala (9) | Perú (6)      | Sri Lanka (1)      |
| Bolivia (3)   | Cuba (11)                | Haití (1)     | Australia (1) | Tanzania (2)       |
| Brasil (28)   | República Dominicana (5) | Honduras (4)  | Bélgica (3)   | Estados Unidos (7) |
| Chile (3)     | Ecuador (6)              | México (9)    | Holanda (1)   |                    |
| Colombia (12) | El Salvador (7)          | Nicaragua (2) | Kenya (3)     |                    |

Cuadro 83. Unidades audiotutoriales sobre fríjol disponibles a diciembre 31, 1979, solamente en español.

| Serie      | Título   |
|------------|--|
| 04SB-05.01 | Descripción y daños de las plagas que atacan el fríjol                                 |
| 04SB-05.03 | Principales insectos que atacan el grano de fríjol almacenado y su control             |
| 04SB-06.01 | Enfermedades del fríjol causadas por hongos y su control                               |
| 04SB-06.02 | Enfermedades del fríjol causadas por virus y su control                                |
| 04SB-06.04 | Técnicas para aislamiento, identificación y conservación de hongos patógenos al fríjol |
| 04SB-06.06 | La roya del fríjol y su control  |
| 04SB-08.02 | Cruzamiento del fríjol   |
| 04SB-09.01 | Morfología de la planta de fríjol común ( <u>Phaseolus vulgaris</u> L.)                |
| 04SB-09.02 | Diversidad genética del género <u>Phaseolus</u>  |
| 04SB-12.03 | Semilla de fríjol de buena calidad   |

Cuadro 84. Publicaciones sobre fríjol aparecidas en 1979.

| Código     | Título  | Idioma       | Páginas | Tiraje |
|------------|---|--------------|---------|--------|
| 02E1B-79   | Annual Report 1978  | Inglés       | 78      | 359    |
| 02S1B-78   | Separata Informe Anual 1978   | Español      | 85      | 1200   |
| 20S/EB3-79 | Preliminary Trials (EP) 1979  | Ing./Español | 32      | 600    |
| 20SB2-76   | IBYAN/Fríjol Arbustivo (1976)   | Español      | 202     | 600    |
| 20EB-1     | International Bean Rust Nursery Results 1975-76   | Inglés       | 19      | 1200   |
| 20SB-1     | Vivero Internacional de Roya del Fríjol Resultados 1975-76  | Español      |         |        |
| 20EB-2     | International Bean Rust Nursery Results 1977-78   | Inglés       | 20      | 900    |
| 20SB-2     | Vivero Internacional de Roya del Fríjol Resultados 1977-78  | Español      |         |        |
| 09EB-1     | Bean Production Problems: Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of <u>Phaseolus vulgaris</u>                         | Inglés       | 432     | 3000   |
| 09SB-1     | Problemas de Producción del Fríjol: Enfermedades e Insectos y Limitaciones Edáficas y Climáticas de <u>Phaseolus vulgaris</u> | Español      | 432     | 2000   |
| 01NB-1     | Directorio de Investigadores en Fríjol de América Latina y el Caribe  | Español      | 92      | 750    |
| 08EB-4     | Abstracts on Field Beans, Vol. IV   | Inglés       |         | 1500   |
| 08SB-4     | Resúmenes sobre Fríjol, Vo. IV  | Español      |         | 1500   |

## Planes para el Futuro

El Programa de Frijol tiene un esquema operacional eficiente en cuanto a la evaluación, mejoramiento y distribución de germoplasma. La tolerancia o resistencia a la mayor parte de los factores limitantes de la producción han sido identificadas y están siendo incorporadas sistemáticamente a las líneas de rendimientos superiores. Veintiún líneas que se derivan del programa de evaluación y mejoramiento del CIAT están en la actualidad en varias etapas de ensayo en fincas en la red de América Latina. En los ensayos en fincas en Colombia se obtuvieron sistemáticamente grandes rendimientos e incrementos en las utilidades tanto con los frijoles arbustivos como con los trepadores con simples prácticas agronómicas.

El Programa continuará el desarrollo sistemático de líneas de mayor número de factores de resistencia. Sin embargo, se hará énfasis en ciertas áreas carentes de resistencia, o donde el equipo crea que no es suficiente el progreso alcanzado.

La resistencia piramidal y tolerancia al añublo bacterial común recibirán mayor atención, puesto que esta enfermedad se considera como uno de los factores limitantes más importantes de la producción en las zonas calientes. Se harán estudios más detallados sobre tolerancia a la sequía puesto que el estudio del área objetivo ha identificado ésta como un factor importante. La tolerancia

al P bajo, acidez del suelo y la combinación de éstos con la baja fertilidad necesitarán también mayores esfuerzos, especialmente teniendo en cuenta la producción brasileña. La evaluación en busca de resistencia más estable a la roya continuará siendo de alta prioridad.

Hasta ahora no se han podido identificar elementos que influyan sobre el rendimiento potencial. Las investigaciones en fisiología basadas en la variabilidad genética, su morfología y otras características recibirán mayor atención. Esto es especialmente indicador ya que se dispone de variabilidad genética y metodologías para cumplir con el principal objetivo del Programa de Frijol como es el desarrollo de líneas con resistencia múltiple a plagas y enfermedades.

El flujo de desarrollo de germoplasma será mejorado aún más con la expectativa de mayor participación de los programas nacionales.

Con una red de colaboración bastante intensa en América Latina, el Programa intenta dirigir parte de sus esfuerzos al Africa Oriental, la segunda zona productora de frijol más importante en el trópico. Esta actividad externa se basará en los resultados de una conferencia regional sobre la producción potencial de frijol en esa área celebrada en Malawi en marzo de 1980.



# Apéndice A

## Descripción de los hábitos de crecimiento de *Phaseolus vulgaris* L. mencionados en este Informe Anual

**TIPO I:** Hábito de crecimiento determinado; terminales reproductivos sobre el tallo principal; no hay producción de nudos sobre el tallo principal, después de que se inicia la floración.

**TIPO II:** Hábito de crecimiento indeterminado; terminales vegetativos sobre el tallo principal, con producción de nódulos sobre el tallo principal, después del inicio de la floración; ramas erectas, las cuales salen de los nudos inferiores del tallo principal; planta erecta, con una cobertura foliar relativamente compacta; el desarrollo de la guía es variable, dependiendo de las condiciones ambientales y del genotipo.

**TIPO IIIa:** Hábito de crecimiento indeterminado; terminales vegetativos sobre el tallo principal, con producción de nudos sobre el mismo, después de la floración; tipo bastante ramificado, con un número variable de ramas postradas, las cuales salen de los nudos inferiores; el desarrollo de la guía es variable pero generalmente presenta habilidad para trepar.

**TIPO IIIb:** Hábito de crecimiento indeterminado; terminales vegetativos sobre el tallo principal, con producción de nudos sobre el mismo, después de la floración; tipo bastante ramificado, con un número variable de ramas con capacidad de trepar, las cuales salen de los nudos inferiores; el desarrollo de la guía es variable, pero generalmente tiene capacidad para trepar.

**TIPO IVa:** Hábito de crecimiento indeterminado; terminales vegetativos en el tallo principal, con alta capacidad de producción de nudos, después de que se inicia la floración; ramas no muy bien desarrolladas en comparación con el desarrollo del tallo principal; capacidad moderada para trepar en soporte; porta en forma uniforme su carga de vainas a lo largo de la planta.

**TIPO IVb:** Hábito de crecimiento indeterminado; terminales vegetativos sobre el tallo principal, con alta producción de nudos después de que se inicia la floración; ramas no muy bien desarrolladas en comparación con el desarrollo del tallo principal; fuerte tendencia a trepar, con la mayoría de sus vainas en los nudos superiores de la planta.

**NOTAS:** La clasificación del hábito de crecimiento se ha ampliado para los tipos trepadores desde el Informe Anual de 1977. Los materiales del Tipo III con alguna tendencia a trepar, se reconocen ahora como el Tipo IIIb y los materiales del Tipo IV se han dividido con base en su vigor y distribución de las vainas.

Los rasgos más importantes que distinguen a los cuatro hábitos de crecimiento son los siguientes: para el Tipo I, racimo terminal en el tallo principal; para el Tipo II, crecimiento indeterminado, con ramas erectas; para el Tipo IIIa, hábito de crecimiento indeterminado, con ramas postradas; para el Tipo IIIb, hábito de crecimiento indeterminado, con tallo principal y ramas semitrepadoras; para el Tipo IVa, hábito de crecimiento indeterminado, con capacidad moderada para trepar y vainas distribuidas equitativamente a lo largo de la planta; para el Tipo IVb, hábito de crecimiento indeterminado, con capacidad trepadora y vainas principalmente en nudos superiores de la planta.

El hábito de crecimiento no es una característica estable necesariamente; pueden ocurrir cambios en el hábito de crecimiento de una localidad a otra. La clasificación del hábito de crecimiento para un genotipo en particular es sólo útil en un ambiente definido, particularmente en lo que respecta a su capacidad trepadora.

Apéndice B. Lista de accesiones de Phaseolus del CIAT aludidas en el presente Informe Anual.

| Número G | Identificación y/o registro local | Fuente         |
|----------|-----------------------------------|----------------|
| 00022    | PI 136677                         | Estados Unidos |
| 00023    | PI 136678                         | Estados Unidos |
| 00122    | Jatu Rong (PI 163120)             | Estados Unidos |
| 00124    | PI 163372                         | Estados Unidos |
| 00159    | Cali Fasulya (PI 165078)          | Estados Unidos |
| 00445    | Guz (PI 173766)                   | Estados Unidos |
| 00574    | Tombul (PI 177032)                | Estados Unidos |
| 00677    | PI 181892                         | Estados Unidos |
| 00685    | PI 182007                         | Estados Unidos |
| 00983    | PI 224738                         | Estados Unidos |
| 01248    | PI 200947                         | Estados Unidos |
| 01401    | PI 224743                         | Estados Unidos |
| 01753    | Negro (PI 308909)                 | Estados Unidos |
| 01821    | F. Garbancillo (PI 309805)        | Estados Unidos |
| 02005    | PI 310739                         | Estados Unidos |
| 02006    | PI 310740                         | Estados Unidos |
| 02047    | PI 310805                         | Estados Unidos |
| 02115    | PI 310878                         | Estados Unidos |
| 02165    | PI 311781                         | Estados Unidos |
| 02227    | PI 311861                         | Estados Unidos |
| 02258    | PI 311904                         | Estados Unidos |
| 02303    | PI 311959                         | Estados Unidos |
| 02326    | PI 311991                         | Estados Unidos |
| 02327    | PI 311992                         | Estados Unidos |
| 02333    | PI 311998                         | Estados Unidos |
| 02402    | F. Garrapato (PI 312092)          | Estados Unidos |
| 02512    | PI 313592                         | Estados Unidos |
| 02525    | PI 313624                         | Estados Unidos |
| 0254C    | PI 313653                         | Estados Unidos |
| 02545    | PI 313658                         | Estados Unidos |
| 02552    | PI 313665                         | Estados Unidos |
| 02618    | PI 313755                         | Estados Unidos |
| 02764    | PI 317586                         | Estados Unidos |
| 02801    | F. Almendrilla (PI 319597)        | Estados Unidos |
| 02839    | Amapolo de Camino (PI 319642)     | Estados Unidos |
| 02858    | F. Zacaticano (PI 319665)         | Estados Unidos |
| 02959    | Pecho Amarillo                    | Guatemala      |
| 03131    | F. Negro                          | Guatemala      |
| 03144    | Jamaica                           | Guatemala      |
| 03159    | V. San Isidro Media Guía          | Guatemala      |
| 03352    | Puebla 151 B                      | México         |
| 03366    | Puebla 240A                       | México         |
| 03371    | Puebla 298                        | México         |
| 03445    | Guanajuato 22                     | México         |
| 03451    | Guanajuato 116-A                  | México         |
| 03467    | Michoacan 31                      | México         |
| 03607    | C.C.G.B. 44                       | Venezuela      |
| 03627    | S-182-R                           | Venezuela      |
| 03689    | S-31552                           | Venezuela      |
| 03719    | México 12-1                       | Venezuela      |
| 03762    | Negro de Guatemala                | Venezuela      |
| 03781    | Venezuela 22                      | Venezuela      |

Apéndice B (cont.)

| Número G | Identificación y/o registro local | Fuente                   |
|----------|-----------------------------------|--------------------------|
| 03790    | Venezuela 46                      | Venezuela                |
| 03800    | Venezuela 72                      | Venezuela                |
| 03807    | Brasil 2                          | Venezuela                |
| 03834    | 51051                             | Venezuela                |
| 03843    | Seminole                          | Venezuela                |
| 03872    | Trujillo 3                        | Venezuela                |
| 04000    | Nep-Bayo 22                       | Costa Rica               |
| 04017    | Feijao Carioca                    | Costa Rica               |
| 04120    | Iguacu                            | Costa Rica               |
| 04153    | 50580                             | Costa Rica               |
| 04211    | Venezuela 66                      | Costa Rica               |
| 04346    | Michoacán 50                      | México                   |
| 04421    | S-630B                            | Costa Rica               |
| 04446    | Ex-Puebla 152 (brown seeded)      | México                   |
| 04445    | Ex-Rico 23                        | Colombia                 |
| 04452    | ICA-Guali                         | Colombia                 |
| 04454    | ICA-Tui                           | Colombia                 |
| 04459    | Nep-2                             | Costa Rica               |
| 04461    | Porrillo = 1                      | Costa Rica               |
| 04464    | Turrialba 2N                      | Costa Rica               |
| 04489    | Culiapa 72                        | Guatemala                |
| 04523    | Línea 17                          | Colombia                 |
| 0452 4   | Línea 29                          | Colombia                 |
| 04525    | Línea 32                          | Colombia                 |
| 04567    | Ant. 130                          | Colombia                 |
| 04637    | Cun. 115C = Arbolito              | Colombia                 |
| 04682    | Nar. 23 = Matahambre              | Colombia                 |
| 04835    | Puebla 56C Blanco                 | México                   |
| 05054    | H-1 Mulatinho                     | Brasil                   |
| 05059    | H-6 Mulatinho                     | Brasil                   |
| 05066    | BRZ-374                           | Brasil                   |
| 05158    | Bico de Ouro 1445                 | Brasil                   |
| 05169    | BRZ-976                           | Brasil                   |
| 05201    | México 528                        | Brasil                   |
| 05213    | I-113                             | Brasil                   |
| 05468    | NH-697                            | Costa Rica               |
| 05652    | México 309                        | El Salvador              |
| 05653    | Ecuador 299                       | El Salvador              |
| 05701    | Rojo 70                           | El Salvador              |
| 05702    | Cargamanto                        | Colombia                 |
| 05712    | Comp. Chimaltenango 3             | Guatemala                |
| 05762    | Jalisco 33                        | México                   |
| 05764    | México 6                          | México                   |
| 06533    | Vermelho                          | Reino Unido (Inglaterra) |
| 08042    | GPL-1                             | Kenya                    |

## Bibliografía

- Alvarez-Ayala, G. y Schwartz, H.F.** 1979. Preliminary investigations of pathogenic variability expressed by *Isariopsis griseola*. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 22: 86-8.
- CIAT.** 1979. International Bean Rust Nursery Results 1975-1976. Serie 20EB-1, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia, 19p.
- CIAT.** 1979. International Bean Rust Nursery Results 1977-1978. Serie 20EB-2, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 25p.
- Graham, P.H.** 1979. Production problems and possibilities for the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Latin America. Third World Agriculture 1, No. 2: 12-16.
- Graham, P.H.** 1979. Influence of temperature on growth and nitrogen fixation in cultivars of *Phaseolus vulgaris* L. inoculated with *Rhizobium*. Journal of Agricultural Science (Cambridge) 93: 365-370.
- Graham, P.H. y Rosas, J.C.** 1979. Phosphorus fertilization and symbiotic nitrogen fixation in common beans. Journal of Agronomy 71, 000-000.
- Kretchmer, Paul J., D.R. Laing y D.H. Wallace.** 1979. Inheritance and morphological traits of a phytochrome-controlled single gene in bean. Crop Science 19: 605-607.
- Lozano, J.C. y H.F. Schwartz.** 1979. Constraints to disease resistance in various food crops grown in Latin America. Paper presented at the IXth International Congress of Plant Protection, Washington, D.C. 5p.
- Sanders, J.H. y H.F. Schwartz.** 1979. Bean production and pest constraints in Latin America. En Bean Production Problems: Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of *Phaseolus vulgaris*. H.F. Schwartz and G.E. Gálvez, eds. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, pp. 1-14.
- Schwartz, H.F.** 1979. Miscellaneous fungal pathogens. En Bean Production Problems: Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of *Phaseolus vulgaris*. H.F. Schwartz and G.E. Gálvez, eds. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. pp. 127-152.
- Schwartz, H.F.** 1979. Miscellaneous bacterial diseases. En Bean Production Problems: Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of *Phaseolus vulgaris*. H.F. Schwartz and G.E. Gálvez, eds. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. pp. 173-174.
- Schwartz, H.F.** 1979. Miscellaneous problems En Bean Production Problems: Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of *Phaseolus vulgaris*. H.F. Schwartz and G.E. Gálvez, eds. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. pp. 327-340.
- Schwartz, H.F. y G.E. Gálvez.** 1979. Resultados del Vivero Internacional de Roya del Frijol en América Latina. Trabajo presentado en la 25 Reunión Anual del PCCMCA, Tegucigalpa, D.C., Honduras, 19-23 de Marzo.
- Schwartz, H.F. y G.E. Gálvez (Editors).** 1979. Bean Production Problems: Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of *Phaseolus vulgaris*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 424 p.
- Schwartz, H.F. y J.R. Steadman.** 1979. White mold. En Bean Production Problems: Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of *Phaseolus vulgaris*. H.F. Schwartz and G.E. Gálvez, eds. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. pp. 111-126.
- Voyses, O.** 1979. Resultados del Primer Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Serie 205B2-76, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 202 p.
- Waters, L. Breen, P.J., Mack Y.H.J. y Graham, P.H.** 1980. Distribución of <sup>14</sup>C labelled photosynthate and nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris* L. Journal of Horticultural Science (en impresión).

# Personal

(a diciembre 31, 1979)

## Científicos principales

Aart van Schoonhoven, PhD, Entomólogo  
(Coordinador)  
Jeremy H.C. Davis, PhD, Agrónomo/  
Fitomejorador  
Guillermo G. Gálvez, PhD, Coordinador  
Regional para América Central  
(destacado en San José, Costa Rica)  
Peter H. Graham, PhD, Microbiólogo  
Francisco J. Morales, PhD, Virólogo  
Silvio H. Orozco, MS, Fitomejorador  
(adscrito al ICTA, Guatemala)  
John H. Sanders, PhD, Economista Agrícola  
Federico Scheuch, MS, Agrónomo  
(destacado en Lima, Perú)  
Howard F. Schwartz, PhD, Fitopatólogo  
Shree P. Singh, PhD, Fitomejorador  
Steven Ray Temple, PhD, Fitomejorador  
Michael D.T. Thung, PhD, Agrónomo  
Oswaldo Voysest, PhD, Agrónomo  
Kasuhiro Yoshii, PhD, Fitopatólogo  
(adscrito al ICTA, Guatemala)

## Científicos posdoctorales

Stephen Beebe, PhD, Fitomejoramiento  
César Cardona, PhD, Entomología  
Peter Jones, PhD, Fisiología  
Paul Kretchmer, PhD, Fisiología/Climatología

## Investigadores asociados

\* Carlos Flor, MS, Adiestramiento  
José Ariel Gutiérrez, MS, Fitomejoramiento  
\*\* Eduardo Translateur, MS, Agronomía

## Investigadores asociados visitantes

Gustavo Arcia, MS, Economía  
Susana García, Ing. Agr., Agronomía  
Upali Jayasinghe, BS, Fitopatología  
Mary Katherman, MS, Fitopatología  
Julia Kornegay, MS, Fitomejoramiento  
\*\* Jeffry W. White, MS, Fisiología

## Investigadores asistentes

Alfredo Acosta, Ing. Agr., Entomología  
Bernardo Alzate, Ing. Agr., Agronomía  
Carlos Bohórquez, Ing. Agr., Agronomía  
Horacio Carmen, Ing. Agr., Fitomejoramiento  
Mauricio Castaño, Ing. Agr., Fitopatología  
Fernando Correa, Ing. Agr., Fitopatología  
Aurora Duque Moya, Ing. Agr., Microbiología  
Oscar Eraso, Ing. Agr., Agronomía  
Jaime García, Adm. Agr., Semillas  
Jorge García, Ing. Agr., Entomología  
Ranulfo González, Biólogo, Entomología  
Luis Hernández, Ing. Agr., Fitomejoramiento  
Oscar Herrera, Ing. Agr., Economía  
Nohra R. de Londoño, Ing. Agr., Economía  
Nelson Martínez, Ing. Agr., Agronomía  
\*\* William Mondragón, Ing. Agr., Fitopatología  
Pedro Pineda, Ing. Agr., Fitopatología  
\*\* Luz H. Ramírez, Ing. Agr., Entomología  
\*\* José Restrepo, Ing. Agr., Fitopatología  
\*\* Fernando Takegami, Ing. Agr., Agronomía  
Gerardo Tejada, Ing. Agr., Agronomía  
\*\* Luis Gonzaga Vergara, Ing. Agr., Fitomejoramiento  
Silvio Vitery, Ing. Agr., Microbiología  
Silvio Zuluaga, Ing. Agr., Fisiología

\* Asignado a Adiestramiento y Conferencias

\*\* Se retiró en 1979.

