



ENSAYOS INTERNACIONALES DE RENDIMIENTO DE FRIJOL PARA MONOCULTIVO

Oswaldo Voysest<sup>1</sup>

Octubre 5, 1979

<sup>1</sup> Agrónomo Programa de Frijol CIAT

## ENSAYOS INTERNACIONALES DE RENDIMIENTO DE FRIJOL PARA MONOCULTIVO

El CIAT es actualmente el centro mundial para todo el germoplasma del género *Phaseolus*. Tiene la responsabilidad de coleccionar, preservar y mejorar el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y también coordina una red cooperativa de investigación para frijol en América Latina, la cual se proyecta extender al África.

El Programa de Frijol del CIAT tiene como objetivo principal, desarrollar, en colaboración con las instituciones nacionales, una tecnología que conduzca a un incremento en la producción y productividad del frijol. Para alcanzar este objetivo se lleva a cabo un programa de experimentación muy activo que gira principalmente sobre el desarrollo de germoplasma mejorado. Los trabajos en esta área involucran 3 actividades principales :

- a.- Un programa continuo para evaluar e identificar la diversidad genética que sea esencial para corregir las deficiencias morfo-fisiológicas del frijol.
- b.- La explotación de la diversidad genética disponible a través de los procedimientos de mejoramiento más efectivos.
- c.- Prueba de líneas experimentales y selecciones avanzadas en un amplio rango de condiciones ecológicas de modo a servir las necesidades de los países colaboradores y apreciar la adaptabilidad de los materiales.

El frijol se produce bajo diferentes sistemas de cultivo, cada uno de los cuales con diversos requisitos en cuanto a metas de mejoramiento. También hay que considerar las preferencias tradicionales basadas en el tamaño y color de grano cuando se piensa en el mejoramiento para un sistema de producción en particular. Por lo tanto dentro de cada tipo de planta buscado

por el mejorador, se necesitarán diferentes colores y tamaños de semilla. Sin embargo una característica crucial que el material debe exhibir, está relacionada con su habilidad de adaptarse a las condiciones cambiantes del ambiente, como sucede en el trópico donde la variabilidad dentro de una región, o de una estación a otra, son muchas veces muy marcadas. Una característica importante de las variedades con amplia adaptación es generalmente su estabilidad y es por ello que estas dos características son parte esencial del programa de mejoramiento.

El mejoramiento buscando altos rendimientos y estabilidad, sigue dos caminos. Por un lado se hacen esfuerzos por remover los factores adversos que limitan la productividad. Ejemplos de este tipo de acción es el énfasis que nuestro programa de mejoramiento pone en los trabajos para lograr resistencia a enfermedades e insectos, tolerancia a la sequía, a bajos niveles de P en el suelo, etc. Por otro lado, se hacen esfuerzos para aumentar la productividad potencial de la planta, principalmente basado en los estudios de los procesos fisiológicos de los cuales depende la productividad del cultivo. Proyectos específicos de mejoramiento para una determinada característica limitante al mismo tiempo que se mejoran dos o más caracteres simultáneamente, se llevan a cabo también.

La Fig. 1 muestra la secuencia que se sigue desde el proceso de identificación de líneas promisorias de un germoplasma hasta la fase de prueba de los mejores materiales en diferentes sitios.

#### (f) VEF (De agosto a diciembre)

La secuencia de pruebas se inicia con la serie de experimentos denominada el Vivero del Equipo de Fríjol (VEF). El material que se ensaya proviene de tres fuentes principales :

a.-. Líneas del Programa de Fríjol de CIAT

- b.- Variedades del Banco de Germoplasma
- c.- Líneas o variedades enviadas por Programas Nacionales.

Todo este material empieza a evaluarse simultáneamente en diferentes viveros especializados, a partir del mes de agosto. Fundamentalmente se estudia la reacción del material a enfermedades (mosaico común, roya, antracnosis, mancha angular de la hoja, bacteriosis común) e insectos (*Empoasca*). También se estudia la adaptación general del material a climas tropical y subtropical. El vivero consta de un máximo de alrededor de 100 entradas.

#### EP (De enero a junio)

Las mejores selecciones del VEF, generalmente alrededor de 300, son evaluadas luego en Ensayo Preliminar de Rendimiento (EP). Aparte del rendimiento, en el EP también se estudia la reacción del material a enfermedades e insectos de menor prioridad; la tolerancia a condiciones de suelo de bajo contenido de P, a altas y bajas temperaturas y a sequía, y a la reacción al fotoperíodo. Los ensayos EP se conducen en dos regiones en Colombia junto con 4 a 6 viveros de observación en diferentes lugares de Colombia. Hasta un máximo de 100 materiales del EP son seleccionados para los ensayos internacionales.

#### IBYAN (De agosto a septiembre del año siguiente)

Desde 1976, un ensayo uniforme que se conduce en los más diversos ambientes, el IBYAN ha estado en operación como la fase final del proceso de selección del material promisorio disponible. Las letras iniciales del nombre en inglés del ensayo "International Bean Yield and Adaptation Nursery" (Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Fríjol) han dado origen a la sigla IBYAN que identifica a los ensayos internacionales de rendimiento de fríjol no voluble del CIAT. Sólo por consideraciones de eufonía se usan las iniciales del nombre del ensayo en inglés.

El material genético que constituye el IBYAN puede agruparse en las siguientes categorías :

- 1.- Material proveniente del EP
  - a. Líneas del Programa de Fríjol del CIAT
  - b. Variedades del Banco de Germoplasma
  - c. Líneas o variedades enviadas por Programas Nacionales
- 2.- Material escogido por el coordinador del ensayo
- 3.- Testigos
  - a. Testigos Nacionales
  - b. Testigos Internacionales
  - c. Testigos Elite

La primera categoría, i.e. los materiales provenientes del EP forma el grueso del IBYAN (más del 50% de los tratamientos). En el EP todo los materiales, cualquiera sea su origen, entran en franca competencia de modo que no necesariamente representantes de cada clase de material, cada línea de CIAT, material del Banco o variedades de los Programas Nacionales, ingresan al IBYAN. Por ejemplo para los ensayos IBYAN de 1979 Grano Negro, de los 15 materiales escogidos del EP, 14 provenían del Programa de Fríjol del CIAT y 1 del Banco de Germoplasma; no hubo representante de los Programas Nacionales. Para el ensayo IBYAN/79 de Grano de Colores Diversos, de los 25 materiales escogidos del EP, 20 venían del CIAT, 2 del Banco y 3 de Programas Nacionales.

La categoría de materiales que escogé el coordinador del ensayo, la forma sólo una pequeña cantidad de líneas, en ningún caso un número mayor de 3. Algunas veces un material destacado por una característica, sobresaliente, una nueva variedad, etc., merece, a juicio del coordinador del ensayo, ser probada inmediatamente sin pasar por la secuencia VEF-EP. En este

caso, se incluye este material en el IBYAN siempre y cuando satisfaga los requisitos mínimos que se exigen a los materiales que ingresan al IBYAN. No necesariamente tiene que incluirse esta categoría en el ensayo, el cual, la mayoría de las veces estará integrado solo por materiales de las categorías 1 y 3 (materiales EP y Testigos).

La tercera categoría de materiales la constituye el grupo de Testigos. Los Testigos Nacionales lo forman un grupo de 3 variedades locales que cada colaborador escoge como representantes del material local mejor adaptado a la zona. Los Testigos Internacionales lo forman un grupo de 3 variedades escogidas por su buena adaptabilidad y/o estabilidad. La idea de repetir constantemente en los ensayos el mismo grupo de variedades de comportamiento conocido, es para tener un punto de comparación que permita medir el progreso del resto del material en estudio que se renueva cada año. Los Testigos Elite lo forman 3 líneas que a través de ensayos IBYAN anteriores se han destacado como los mejores. De todo el grupo de 9 variedades testigo, solo los 3 testigos nacionales, no son comunes en todos los ensayos pues varían de localidad en localidad.

Desde 1976 se vienen usando las siguientes variedades como testigos internacionales :

Para IBYAN de grano negro	Jamapa ICA Pijao Porriño Sintético
Para IBYAN de grano de colores diversos	Diacol Calima Brasil 2 Ex Rico 23 (P756)

Para el IBYAN 1981 se hará una reevaluación de estos testigos para ver si se mantienen los mismos por otro período de 5 años.

### Objetivos

Los objetivos del IBYAN son probar bajo un amplio rango de ambientes, cultivares sobresalientes, selecciones de germoplasma promisorias y líneas avanzadas mejoradas para :

- 1.- Ayudar en la identificación de materiales de alta capacidad de rendimiento y estables para uso directo como cultivares comerciales y/o para propósitos de mejoramiento.
- 2.- Evaluar en cada localidad un juego de variedades localmente desarrollados y adaptados que representan el rango del mejor material disponible en la región, estimulando de esta manera a los programas nacionales al proveedor de un patrón internacional de comparación para medir el progreso en el mejoramiento de frijol.
- 3.- Evaluar la adaptación específica y general del frijol.

### Organización del material

El CIAT ha agrupado convencionalmente los frijoles dentro de 4 hábitos de crecimiento. Las características más destacadas de estos grupos son las siguientes :

- Hábito I : racimo floral terminal en el tallo principal
- Hábito II : indeterminado, con ramas erectas
- Hábito III : indeterminado, con ramas postradas
- Hábito IV : indeterminado, con habilidad para trepar bien desarrollado

Tipos intermedios se pueden encontrar entre los tipos II y III y entre III y IV. El hábito de crecimiento no es una característica estable de muchos genotipos pues a veces suelen ocurrir cambios drásticos en el hábito de crecimiento de

una localidad a otra, por ello en lugar de dividir los ensayos por hábitos de crecimiento en 4 diferentes ensayos, hemos tenido en cuenta sólo los requisitos de los diferentes sistemas de producción y hemos agrupado los tipos I, II y III en un sólo ensayo. Estos 3 tipos pueden ser sembrados en monocultivo, en asociación directa o en relevo, pero sin que necesariamente requieran un soporte. La densidad de siembra varía entre 150 a 250 x 10<sup>3</sup> plantas/ha. Las plantas de tipo IV se estudian en otro ensayo (VIRAF).

Las preferencias sobre el color y tamaño de grano son muy marcadas en América Latina y para poder ampliar cabalmente con los objetivos del ensayo, estas deben ser tenidas en consideración. Los Cuadros 1, 2 y 3 contienen la información que ha servido de base para la conformación de los ensayos. En 1976 cuando se iniciaron los ensayos, el número de materiales promisorios de cada color con preferencia en alguna zona, era escaso y por todas las variedades ensayadas fueron agrupadas en un solo experimento. A partir de 1977 y hasta 1979, el material se ha dividido en 2 grupos : variedades de grano negro y variedades de grano de colores diversos. A partir de 1980 los ensayos estarán divididos en 4 grupos :

- Grano negro, pequeño
- Grano rojo, pequeño
- Grano de diversos colores, pequeño
- Grano de diversos colores, mediano y grande

#### Localidades

El Programa de Fríjol del CIAT limita sus actividades principalmente a las áreas donde se produce fríjol. No se hacen mayores esfuerzos para adaptar el fríjol a áreas fuera de las zonas corrientes de producción tales como los trópicos húmedos bajos o los suelos altamente ácidos e infértiles. A través de 3 años de actividades, desde 1976 a 1978 el IBYAN se ha distribuido por todo el mundo. Cuarenta y ocho países han recibido este ensayo.



Se ha distribuido un total de 358 experimentos, el 73% de los cuales corresponde a América Latina. El Cuadro 4 muestra el número de ensayos distribuidos entre 1976 y 1978.

Tal como se ve en la Fig. 2, el número de materiales provenientes del Programa de Fríjol del CIAT ha ido aumentando cada año desde 1976. Igualmente puede apreciarse que, aparte de los testigos internacionales, son muy pocos los materiales que se repiten cada año.

Estructura del ensayo

Diseño Experimental	1976 1977-78 1979	Latice (5 x 5) 4 reps. Latice (5 x 5) 3 reps. Bloques completos al azar, 3 reps.
Area neta por ensayo	1976 1977 1978 *1979	1200 m <sup>2</sup> 900 m <sup>2</sup> 750 m <sup>2</sup> 605 y 922 m <sup>2</sup>
Tamaño de parcela total	1976-77 1978 1979	12 m <sup>2</sup> (0.5m x 4m x 6 hileras) 10 m <sup>2</sup> (0.5m x 4m x 5 hileras) 9.6 m <sup>2</sup> (0.6m x 4m x 4 hileras)
Area útil	1976-77 1978 1979	6 m <sup>2</sup> (0.5m x 3m x 4 hileras) 4.5 m <sup>2</sup> (0.5m x 3m x 3 hileras) 4.2 m <sup>2</sup> (0.6m x 3.5m x 2 hileras)
No. de tratamientos	1976-78 *1979	25 variedades por ensayo 21 y 32 variedades por ensayo
Tipos de ensayos	1976	1) variedades de grano negro y otros colores juntas
	1977-78	2) variedades de grano negro y otros colores separadas
	*1979	3) variedades de grano negro y otros colores separadas

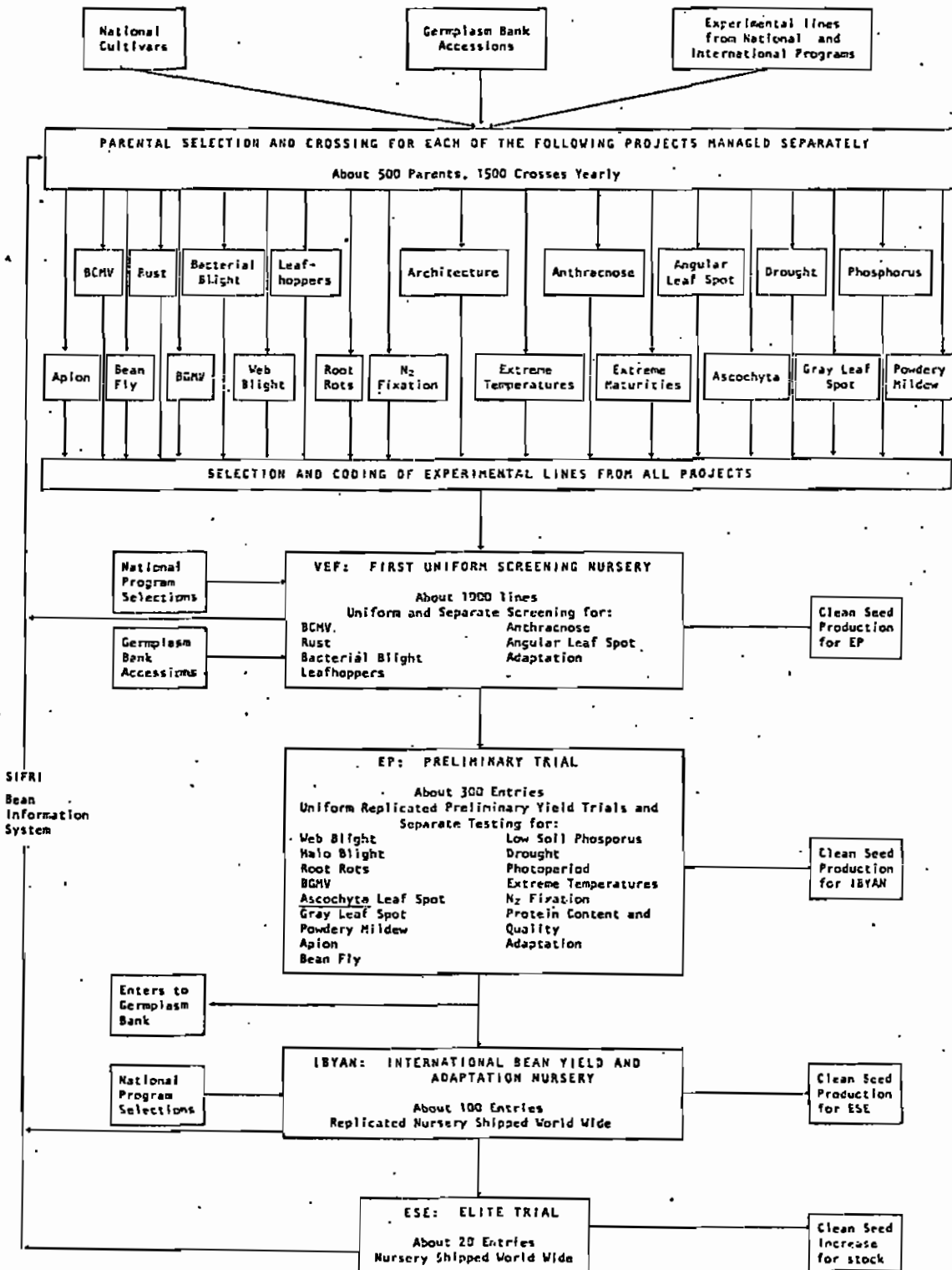
\* El número de variedades es diferente en ambos ensayos

Análisis de los Datos

Los datos son analizados estadísticamente y los resultados se hacen conocer al colaborador inmediatamente. A los 9 meses el colaborador deberá recibir un Informe Preliminar con los datos de rendimiento de los ensayos conducidos durante los primeros 6 meses de operación del ensayo. Nueve meses más tarde deberá recibir el segundo Informe Preliminar con los resultados del resto de los ensayos. El Informe Final se distribuirá a los 2 años de iniciado el ensayo. Para el IBYAN 1979 las fechas importantes son :

Agosto 1979	Inicio del ensayo
Mayo 1980	Primer Informe Preliminar
Septiembre 1980	Fín del ensayo
Febrero 1981	Segundo Informe Preliminar
Agosto 1981	Informe Final del IBYAN 1979

Fig.1: GERMLASM DEVELOPMENT AND EVALUATION SCHEME USED BY THE BEAN PROGRAM OF CIAT



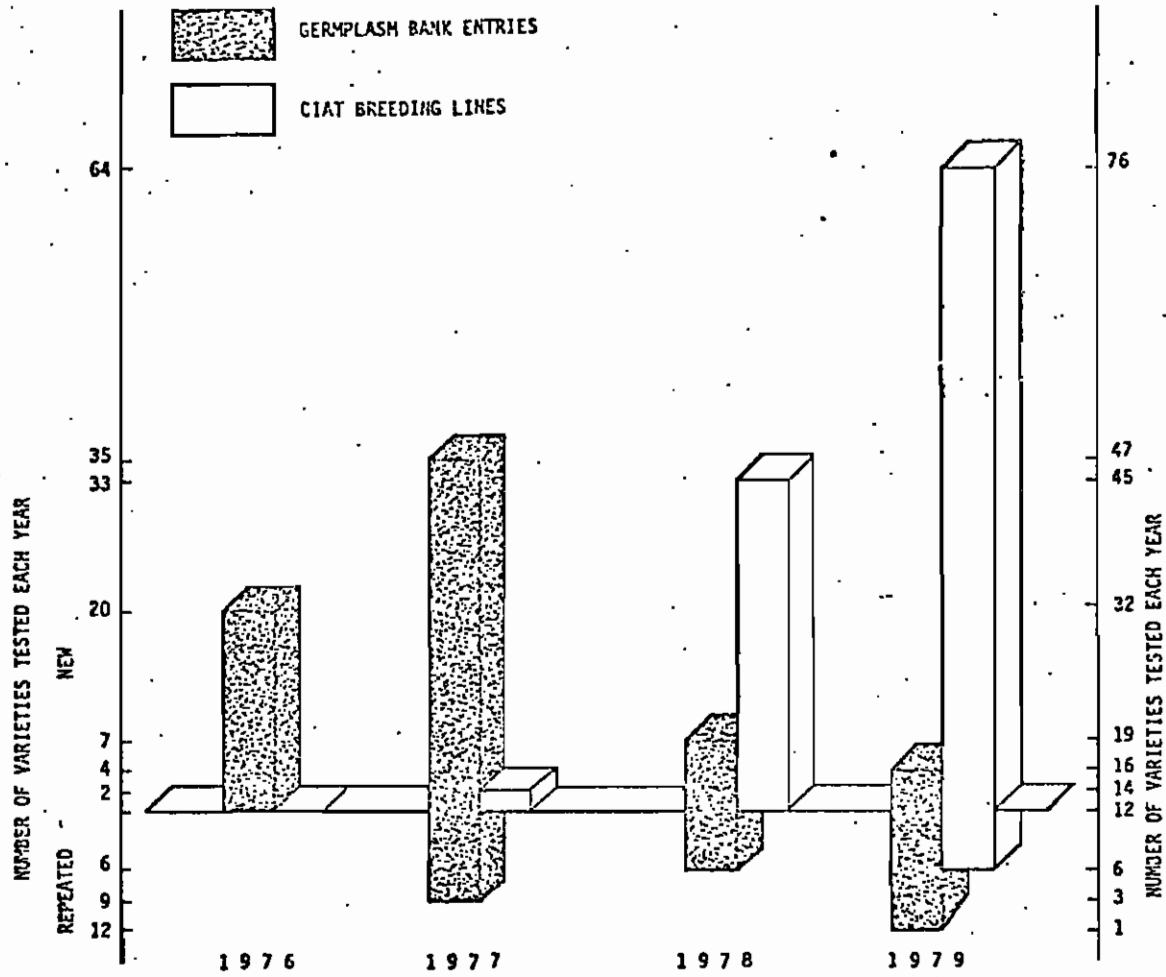


FIG.2 KIND AND QUANTITY OF GENETIC MATERIAL USED FOR IBYAN TRIALS IN 1976 THROUGH 1979

Table 1 Bean grain color and size preferences on different countries of Latin America

Grain color	Grain size	Country
black	small	México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Venezuela, Brasil, Colombia*, Perú*, Chile*, Argentina*, Cuba.
red	small large	Nicaragua, El Salvador, Honduras, Costa Rica Belize, Panamá, Cuba, Dominican Republic, Haití, Trinidad, Jamaica, Puerto Rico, Colombia, Ecuador.
white	small large	Ecuador, Perú, Chile*, Argentina*. Ecuador, Perú, Chile, Argentina*.
yellow	large	México, Ecuador, Perú
cream	small large	Brasil Ecuador, Perú, Chile, México
brown (light)	small large	Brasil Ecuador, Perú, Chile, México

\* for export market only.

TABLE 2. CHARACTERISTICS OF COMMERCIAL BEAN CULTIVARS OF PRINCIPAL PRODUCTION ZONES

Country or Region	Production Zone	Group *	Growth Habit	Seed Color	Seed Size	Important Varieties
México	North & Central Pacific, Bajío, Central Plateau	6	I,II,III IV	Azufrado, Pinto, Canario Bayo, Pintado	medium	Azufrados, Canarios, Flor de Mayo Bayo, Cacahuate
	Gulf, South Pacific & Yucatan Peninsula	1	II	Black	small	Jamapa
Central America	Guatemala	1	II,III,IV	Black	small	Compuesto Chimalteca, Pecho Amarillo, San Martín, Suchitan
	El Salvador, Honduras, Nicaragua	4	III	Red	small	Nahuizalco, Zamorano, Hond. 46, Mexico 80
	Some areas of El Salv.-Hond.-C.Rica	1	II,III	Black	small	Turrialbas, Pacuaral, Pavamor, Porrillos
Caribbean and Adjoining zones	Dominican R., Haití, Cuba, P. Rico Belize, Panamá	5	I,III	Red, red mottled	medium, large	Pompadors, Red Kidney, Cueto, Cajalas, Decayette
	Cuba	1	II	Black	small	Ica Pijao, Ica Tui, Porrillo Sintético
South America : Andean Zone	Venezuela	1	II,III	Black	small	Tacarigua, Coche, Cubagua
	Intermediate and High Andean Slopes of Colombia, Ecuador & Perú	5	I,II,III, IV	Red, Red mottled, tan, yellow, white	medium, large	Calima, Andino, Catío, Radical, Sangre de Toro, Cargamanto, Bolones, Canarios, Mantequilla, Falelo
	Ecuadorian & Peruvian Coast	6	I,II,III	Yellow, light tan, White	medium, large large, small	Canarios, Bayos Panamitos, Caballeros
South America : Southern Zone	Chile, Argentina	6	I,II,III	White	large, small	Alubias, Cristal, Arroz
Brasil	Noreast	3	II,III	Cream	small	Mulatinho, Favinha, Chita Fina, IPA47-19
	South and East	1	II,III	Black	small	Rio Tibagi, Iguacü, Costa Rica, Tayhu Rico 23
	Southeast and Centerwest	2	II,III	Cream, pink	small	Mulatinho, Aroana, Carioca, Rosinha, Roxao
Central and Eastern Africa	Kenya, Uganda, Tanzania, Malawi, Rwanda, Burundi	5	I,II,III	Red, red mottled, brown	large, medium	Rose coco, Canadian Wonder, Mwezi Moja

\* See Table 4.

TABLE 3 VARIETAL REQUIREMENTS FOR PRINCIPAL BEAN PRODUCTION ZONES

Group	Production Zone	Cropping System	Varietal Characteristics		Constraints to Production			
			Seed		Growth Habit	1	2	3
			Color	Size				
1	Brazil (East and South), Venezuela, Cuba, Costa Rica, Hond., El Salv., Guatemala, Mexico (Gulf, S. Pacific & Yucatan Pen.)	Monoculture and Intercropping	Black	Small	II, III IV	Rust, Common Bacterial Blight, Anthracnose, Angular Leaf Spot, <u>Empoasca</u>	BGMV <u>Apion</u> Low P	
2	Brazil (Southeast and Centerwest)	Monoculture	Brown & Pink	Small	II, III	Rust, Common Bacterial Blight, Anthracnose, Angular Leaf Spot, <u>Empoasca</u>	BGMV Low P	
3	Brazil (Northeast)	Monoculture	Cream	Small	II, III	Rust, Common Bacterial Blight, Anthracnose, <u>Empoasca</u>	Drought	
4	Central America : Nicaragua, Honduras, El Salvador, Costa Rica	Intercropping	Red	Small	II, III IV	Rust, Common Bacterial Blight, Angular Leaf Spot, <u>Empoasca</u>	BGMV Web Blight <u>Apion</u>	
5	Highlands of Andes and Dom. Republic, Haití, Panamá, Belize, Cuba, Pto. Rico, Central and Eastern Africa, & Northern India	Intercropping and Monoculture	Red & Red Mottled Brown Cream	Medium & Large	I, II, III, IV	Rust, Anthracnose, Angular Leaf Spot, <u>Empoasca</u>	<u>Ascochyta</u> Mildew Gray Spot Bean Fly	
6	Mexico (Central Plateau, North Pacific), Chile, Peru (coast), Ecuador	Monoculture Intercropping	Yellow Cream Brown Mottle White	Medium	I, II, III	Rust, Common Bacterial Blight, <u>Empoasca</u>	BYMV <u>Epinotia</u> Drought	

Cuadro 4. Distribución regional de ensayos IBYAN durante 1976-1978

Región	Año		
	1976	1977	1978
América Latina	69	80	136
América del Norte, Europa y Australia	8	9	5
Asia	9	14	0
Africa	4	15	9
TOTALES	90	118	150