

Evaluación de características Agronómicas
y susceptibilidad a enfermedades en
Germoplasma Hondureño de Frijol
(Phaseolus vulgaris L.)

P O R

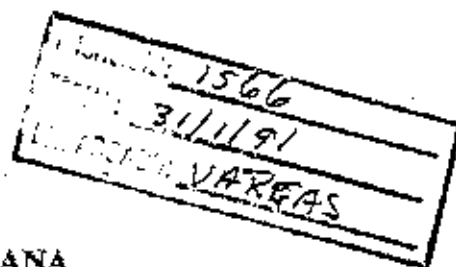
Carlos Fernando Mendoza Molina

T E S I S

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO



BIBLIOTECA WILSON POPENCE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

El Zamorano, Honduras

Abril, 1989

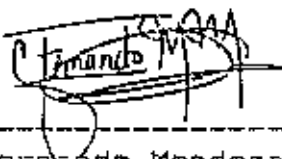
EVALUACION DE CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y SUSCEPTIBILIDAD
A ENFERMEDADES EN GERMOPLASMA HONDUREÑO DE FRIJOL (Phaseolus
vulgaris L.)

Por

Carlos Fernando Mendoza Molina

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana
permiso para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para los usos que considere necesarios.

Para otras personas y otros fines, se reservan
los derechos de autor.



Carlos Fernando Mendoza Molina

Abril - 1989

DEDICATORIA

*

El esfuerzo realizado en la elaboración de este trabajo deseo dedicarlo a:

Dios, acompañante inseparable en el camino de mi vida.

La memoria de mis padres, Blanca E. Molina (Q.D.D.G.) y Amado Mario Mendoza (Q.D.D.G.).

Mis hermanos: Mario, Amado, Lourdes y Emilio, por su apoyo incondicional en todo instante de mi vida personal y profesional.

Eduardo Cole, por ser un excelente amigo y hermano.

Erika, por su comprensión, paciencia y cariño.

A todas aquellas personas que de una u otra forma han contribuido a la culminación de mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

De la manera más sincera, agradezco:

Al Comité de Profesores, por la asesoría prestada en la elaboración de esta tesis; especialmente al Ing. Roberto A. Young, por su aporte intelectual al desarrollo de este trabajo.

A los Doctores Juan José Alán, Juan Carlos Rosas y Jacobo Cáceres, por su ayuda y sus valiosos y oportunos consejos.

De una manera muy especial, a mi colega José Ramiro Moncada, por haber estado dispuesto a colaborar en todo momento en la realización de este trabajo.

Al Ing. Eduardo Robleto, por toda su ayuda.

A todos mis compañeros, por todos los momentos agradables que pasamos juntos en este año de estudios; en especial a I. Lazo, R. Cordero, C. Chavez, S. N. Rodríguez, J. I. Auhing, C. Martínez, C. Arteaga, L. Sabando, O. I. Varela, y C. Arteaga, por su compañía en los momentos de estudio, trabajo y ocio.

A la Institución de Crédito Educativo EDUCREDITO, por la financiación de mis estudios superiores.

v

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con fondos proporcionados por el Proyecto Universidad de Puerto Rico/Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Donación AID No. DAN-1310-G-55-6008-00, y el Departamento de Agronomía, EAP, El Zamorano, Honduras. 1988.

INDICE

	PAG.
Título	i
Derechos de Autor	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Reconocimientos	v
Indice	vi
Indice de Cuadros	vii
Indice de Figuras	ix
Indice de Apéndices	xi
Compendio	xii
I INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	3
III MATERIALES Y METODOS	16
IV RESULTADOS Y DISCUSION	38
V CONCLUSIONES	65
VI RECOMENDACIONES	67
VII LITERATURA CITADA	69
VIII APENDICES	73
IX DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR	76
X APROBACION	77

INDICE DE CUADROS

	PAG.
Cuadro 1.- Lista de genotipos de frijol común (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) de origen hondureño de la colección del Banco de Germoplasma de la EAP, evaluados en el experimento. El Zamorano, Honduras. 1988.	17
Cuadro 2.- Composición del medio de cultivo extracto de levadura dextrosa carbonato de calcio agar (EDCA).	24
Cuadro 3.- Composición del cebo envenenado usado para el control de babosas.	24
Cuadro 4.- Escala de evaluación para describir el hábito de crecimiento.	27
Cuadro 5.- Escala de evaluación del acame.	27
Cuadro 6.- Escala de evaluación de la nodulación.	29
Cuadro 7.- Escala para la evaluación de roya en el frijol (<u>P. vulgaris</u> L.) de acuerdo con el tipo de pústula.	30
Cuadro 8.- Clasificación de la reacción de la planta obtenida de la combinación del tipo de pústula y de la intensidad de infección.	32
Cuadro 9.- Escala para evaluar la reacción del germoplasma de frijol a bacteriosis común (<u>Xanthomonas campestris</u> p.v. <u>phaseoli</u> (Smith)Dye).	35
Cuadro 10.- Variabilidad observada en 60 genotipos de la colección de germoplasma hondureño de frijol de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). El Zamorano, Honduras. 1988.	39
Cuadro 11.- Promedios de los resultados obtenidos en el germoplasma evaluado. El Zamorano, Honduras. 1988.	40

	FAG.
Cuadro 12.- Matriz de correlaciones simples entre las variables evaluadas en el ensayo de germoplasma de frijol hondureño en la EAP. El Zamorano, Honduras. 1988.	48
Cuadro 13.- Separación de medias para los genotipos que presentaron resistencia a roya.	62
Cuadro 14.- Separación de medias para los genotipos que presentaron resistencia a bacteriosis.	62

INDICE DE FIGURAS

	PAG.
Figura 1.- Croquis del campo experimental ilustrando sólo una repetición, con la distribución de los 64 tratamientos (60 genotipos más cuatro testigos) y los esparcidores de roya. El Zamorano, Honduras. 1988	21
Figura 2.- Escala que muestra seis grados de intensidad del ataque de roya en las hojas la cual se usa para estimar el porcentaje de infección. Fuente: Gálvez (1975).	31
Figura 3.- Trifolios de frijol mostrando las nueve categorías de la enfermedad (1= síntomas no visibles y 9= síntomas severos) usadas para evaluar la reacción de germoplasma de frijol a <u>X. campestris</u> p.v. <u>phaseoli</u> . Fuente: CIAT (1987).	34
Figura 4.- Distribución de la variabilidad encontrada en el germoplasma evaluado en días a floración. El Zamorano, Honduras. 1988.	43
Figura 5.- Distribución de la variabilidad encontrada en el germoplasma evaluado en los días a madurez fisiológica. El Zamorano, Honduras. 1988.	44
Figura 6.- Distribución de la variabilidad encontrada en el germoplasma para la capacidad de nodulación. El Zamorano, Honduras. 1988.	46
Figura 7.- Distribución de la variabilidad encontrada en el número de vainas por planta en el germoplasma hondureño evaluado. El Zamorano, Honduras. 1988.	52
Figura 8.- Distribución de la variabilidad encontrada en el germoplasma evaluado para el número de semillas por vaina. El Zamorano, Honduras. 1988.	53

	PAG.
Figura 9.- Distribución de la variabilidad encontrada en el germoplasma evaluado para el peso seco de 100 semillas (g). El Zamorano, Honduras. 1988.	54
Figura 10.- Distribución de la variabilidad en el germoplasma evaluado por rendimiento. El Zamorano, Honduras. 1988.	55
Figura 11.- Distribución de la variabilidad del germoplasma evaluado en relación con el hábito de crecimiento. El Zamorano, Honduras. 1988.	57
Figura 12.- Distribución de la variabilidad en el germoplasma evaluado para susceptibilidad o resistencia a la roya. El Zamorano, Honduras. 1988.	60
Figura 13.- Distribución de la variabilidad en el germoplasma evaluado para susceptibilidad o resistencia a la bacteriosis común. El Zamorano, Honduras. 1988.	61
Figura 14.- Distribución de la variabilidad del germoplasma evaluado en cuanto al porcentaje de proteína del grano. El Zamorano, Honduras. 1988.	64

INDICE DE APENDICES

	PAG.
Apéndice 1.- Superficie, producción y rendimiento de frijol en Honduras.	73
Apéndice 2.- Distribución del número de explotaciones agrícolas destinadas a la producción de frijol y su importancia relativa.	73
Apéndice 3.- Resultado de los análisis de suelo de la terraza 8, donde se efectuó el experimento. El Zamorano, Honduras. 1988.	74
Apéndice 4.- Condiciones meteorológicas que imperaron durante el desarrollo del experimento en la Escuela Agrícola Panamericana. EAP, El Zamorano, Honduras. 1988.	74
Apéndice 5.- Análisis de varianza de la variable de rendimiento.	75

COMPENDIO

En el frijol común (Phaseolus vulgaris L.) podemos encontrar una gran variación en lo que respecta a características agronómicas, morfológicas, sistemas de manejo, ambientes de producción y factores biológicos (enfermedades, plagas, etc.) que de alguna u otra manera tienen un efecto en el rendimiento en las distintas zonas frijoleras de Honduras. Para conocer mejor esta variación y poner a disposición de los fitomejoradores materiales con características deseables para su uso en programas de mejoramiento genético, se caracterizó la colección de germoplasma hondureño de frijol existente en el Banco de Germoplasma de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Un total de 60 genotipos más dos testigos locales ("Danlí 46" y "Zamorano") y dos testigos mejorados ("Catrachita" y "Desarrural IR") fueron evaluados en cuanto al comportamiento agronómico, la susceptibilidad a las enfermedades roya (Uromyces appendiculatus (Pers.) Unger) y bacteriosis común (Xanthomonas campestris p.v. phaseoli (Smith) Dye), y el contenido de proteína en el grano.

La caracterización agronómica y la evaluación de enfermedades se efectuaron basándose en la escala que

recomienda CIAT (1987). Para garantizar una fuente adecuada de inóculo de roya en el campo, se sembraron, con 15 días de anticipación a la siembra de los materiales en estudio, una mezcla de cuatro variedades esparcidoras. Así mismo, 20 días después de la siembra se efectuaron aspersiones con uredosporas a una concentración de 3×10^4 uredosporas/ml de agua. Para la inoculación de bacteriosis se aplicó, 20 días después de la siembra, una concentración de 1×10^8 bacterias/ml de agua. Los resultados sugieren una gran variabilidad en el germoplasma evaluado, especialmente en la precocidad, la resistencia a enfermedades y el rendimiento. La variabilidad existente en algunas características puede ser utilizada en programas de mejoramiento. La mayor parte de los materiales presentaron buenas características de precocidad y resistencia al acame. En la evaluación de enfermedades, se identificó un número limitado de genotipos resistentes tanto a roya como a bacteriosis. El mayor porcentaje de este germoplasma estudiado no alcanzó el límite aceptable establecido para rendimiento. En cuanto al contenido de proteína en el grano, gran parte de los materiales presentaron un alto porcentaje de proteína.

No se observaron materiales con buena o excelente nodulación, el promedio de los genotipos evaluados presentó una capacidad entre intermedia y pobre.

Se observó que los genotipos fueron más precoces que los testigos en términos de madurez fisiológica. No obstante no existe diferencia en cuanto a la resistencia a roya, pero si se observó diferencia en la resistencia a bacteriosis. La capacidad de nodulación en los genotipos fue superior en algunos casos a los testigos, y los rendimientos, en promedio, fueron muy similares. Algunos de estos genotipos presentaron mayor contenido de proteína en el grano que los testigos. Se recomienda hacer los esfuerzos necesarios para recolectar y evaluar materiales criollos y silvestres de Phaseolus vulgaris existentes en diversas regiones de Honduras.

I.- INTRODUCCION

En Honduras el frijol común (Phaseolus vulgaris L.) es el segundo cultivo en importancia entre las especies productoras de grano para la alimentación humana, no sólo por el valor de sus cosechas, sino también por el volumen de consumo y el valor alimenticio que aporta a la dieta por su alto contenido de proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales (Alvarado, 1979; Reyes et al., 1981).

Honduras, definida como un centro de diversidad genética por encontrarse en el área nuclear de Mesoamérica (CATIE, 1979), presenta una diversa gama de variaciones en el cultivo de frijol, en lo que respecta a características agronómicas y morfológicas, sistemas de manejo, ambientes de producción y factores biológicos que lo afectan tales como plagas y enfermedades, entre otros (Young y Nuñez, 1986). Estos factores han influido significativamente en el rendimiento de los diferentes cultivares utilizados en las distintas zonas frijoleras del país.

Debido a la existencia de una amplia diversidad genético-ambiental y de manejo, se debe promover la recolección, conservación, y evaluación del germoplasma criollo de frijol común, con el propósito de salvaguardar estos materiales de la erosión genética y poner a la

disposición de los fitomejoradores, materiales utilizables para cualquier programa de mejoramiento que se pretenda llevar a cabo en el futuro.

El desarrollo, introducción y uso de variedades mejoradas uniformes y productivas adaptadas a métodos de cultivo adecuados, representa la mejor alternativa tecnológica para productores y agricultores. La obtención de altos rendimientos a través de una tecnología rentable de fácil adopción y manejo, podría cumplir con los propósitos de suplir las necesidades alimenticias de una población creciente y subnutrida (Esquinas, 1983).

Los objetivos del presente trabajo fueron caracterizar y evaluar, durante la época de siembra de postrera (septiembre a noviembre) y bajo las condiciones del Valle del Río Yeguas, Departamento de Fco. Morazán, la colección de germoplasma de frijol de origen hondureño existente en el Banco de Germoplasma de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), por: 1) su comportamiento agronómico, 2) la susceptibilidad a la roya (Uromyces appendiculatus (Pers.) Unger) y a la bacteriosis común (Xanthomonas campestris p.v. phaseoli (Smith) Dye), 3) el contenido de proteína del grano y 4) ampliar la información existente de cada genotipo evaluado aumentando la posibilidad de su utilización en programas de mejoramiento que tiendan a contribuir en la solución de los problemas de producción del cultivo de frijol en Honduras.

II. REVISION DE LITERATURA

A.- Importancia del Cultivo de Frijol en Honduras.

El frijol común (Phaseolus vulgaris L.), se cultiva en casi todas las regiones de la República de Honduras, donde existe una gran variedad de condiciones ecológicas que determinan diferentes niveles de productividad (Banegas et al., 1975; Torchelli y Narvaez, 1980).

Ramos (1986), en un análisis realizado sobre la situación del cultivo de frijol en Honduras, indicó que en el país se siembran anualmente entre 70,000 y 80,000 ha de esta leguminosa, obteniéndose rendimientos muy bajos, con un promedio nacional aproximado de 580 kg/ha (Apéndice 1). Otro aspecto muy importante se refiere a la casi exclusiva producción de frijol rojo pequeño y brillante, característica del grano exigida por el consumidor hondureño.

La mayor parte de la producción del frijol es realizada a nivel del pequeño productor, generalmente en rotación o en asocio con maíz o sorgo, buscando un uso más intensivo de la tierra y el tiempo (Gutiérrez et al., 1973).

Según datos del Censo Nacional Agropecuario de Honduras de 1974, aproximadamente 39,000 familias se dedican a la producción de este grano, concentrándose la producción en las regiones Centro Oriental y Nor Occidental del país.

Aproximadamente el 55% de las fincas se encuentran clasificadas en el estrato de menos de 5 ha (Apéndice 2), donde se presentan problemas tales como el uso limitado de semilla mejorada, baja población de plantas por unidad de superficie, inexistencia de un combate químico de malezas que sea económicamente rentable y la poca importancia que el pequeño agricultor le presta al combate de plagas y enfermedades (Ramos, 1986).

Bressani (1973), concluyó que las encuestas sobre alimentación familiar realizadas en países de Centroamérica, tanto en zonas rurales como urbanas, arrojaron una ingestión media per capita de frijoles del orden de 47 g por persona por día en las zonas urbanas y 41 g por persona por día en las zonas rurales en Honduras. Esto muestra una tendencia de consumo un poco superior en las zonas urbanas, a diferencia de la tendencia general de los países centroamericanos, en donde hay un mayor consumo en las zonas rurales.

B.- Caracterización y Evaluación de Germoplasma.

En busca de soluciones a los problemas de producción que ocurren en las diferentes zonas donde se cultiva el frijol en el país, se torna cada vez más necesario brindar mayor atención a los recursos genéticos nacionales. Los materiales silvestres, cultivares criollos y variedades mejoradas obsoletas, se constituyen en la principal fuente

de genes favorables, que a través del fitomejoramiento podrían incorporarse en los materiales de uso actual para incrementar la productividad del cultivo.

La importancia de una colección de germoplasma no reside únicamente en su conservación a largo plazo, sino también en la caracterización y evaluación de cada genotipo, de tal forma que el germoplasma pueda ser prontamente utilizado por los fitomejoradores.

Varias pueden ser las características por las cuales un material puede ser genéticamente útil:

B.1.- Precocidad

Voysest (1985), encontró que existe una amplia variabilidad en el cultivo de frijol en lo que respecta al número de días a la madurez fisiológica, la cual varía entre 70 y 300 días según la región del cultivo y el hábito de crecimiento. En las zonas tropicales cálidas se consideran variedades tardías de los hábitos I a III, a aquellas que completan su ciclo a los 90 días después de la siembra.

En el caso de Honduras, Fernández et al. (1979), en un diagnóstico realizado sobre el cultivo de frijol en las tres regiones productoras principales del país (Olancho, El Paraíso y Fco. Morazán), informan que en lo que respecta a días a floración, en el 90% de los casos evaluados en el Departamento de Olancho, las plantas florecieron de 20 a 30 días después de la siembra y el 60% de los casos se

cosecharon de 50 a 70 días después de la siembra. En los Departamentos de El Paraíso y Fco. Morazán, el porcentaje más alto (91% y 60% de los casos, respectivamente) indica que el tiempo a la floración sobrepasa los 31 días, llegando algunas veces hasta 46 días. En cuanto a los días a la cosecha informan que en El Paraíso, el 94% y en Fco. Morazán el 74% de los casos tienen un período de más de 71 días. Concluyeron que se usan variedades precoces si se considera como precocidad un período de 70 días a la cosecha.

La precocidad es importante debido a que los agricultores han aminorado el problema de la sequía, mediante el uso de variedades criollas que se caracterizan por su precocidad. Todas las variedades criollas del país (cuarenteños, cincuentaños, chingos, etc.) tienen de 60 a 65 días a madurez fisiológica y se ha establecido que la preferencia por éstas limita la adopción, por parte de los agricultores, de materiales mejorados con mayor potencial de rendimiento (Zuluaga et al., 1987). Sin embargo, la precocidad de estos materiales puede ser rota o inhibida por la presencia de condiciones de humedad adecuadas. Para confirmar esto, Zuluaga et al. (1987), citado por Erazo (1988), observó en la EAP que en variedades precoces bajo adecuada irrigación, se retrasa la madurez fisiológica, lo que representa un potencial de rendimiento más alto que el normal. Se ha demostrado que aún para variedades precoces, existe la posibilidad de incrementar sus rendimientos, si se

lograra introducir resistencia genética a la sequia.

Cabe resaltar, que el tiempo hasta la floración y la madurez fisiológica, son características altamente heredables y se puede hacer selección por precocidad en generaciones F_2 utilizando un método combinado de pedigrí y selección masal (CIAT, 1977).

B.2.- Hábito de Crecimiento

El hábito de crecimiento, según Voysest (1985), es un factor que se debe tener en cuenta en la selección e introducción de materiales, ya que es preciso diferenciar, en el caso de las plantas de hábito indeterminado, si el material tiene capacidad para compensar, mediante la emisión de ramas, el espacio dejado entre dos plantas distanciadas una de la otra (tipos III y IV) o si el material posee un tipo de hábito que no compensa suficientemente cuando se disminuye la densidad de siembra (tipo II), afectando esto al rendimiento.

En un estudio realizado en CIAT (1980), sobre los factores limitantes del rendimiento, se establecieron modelos de rendimiento para cada hábito de crecimiento y se logró determinar que en las plantas de hábitos I, II y III existe una alta correlación entre el número total de semillas, número de vainas por planta (NVP), número de semillas por vaina (NSPV), y el número de vainas por nudo con el rendimiento; al mismo tiempo, existe una correlación

negativa entre el tamaño de la semilla y el rendimiento.

En Honduras, se encontró una gran variabilidad en cuanto al uso de variedades de diferentes tipos de hábito de crecimiento, determinándose que en el Departamento de Olancho en el 30%, 54% y 16% de los casos evaluados hubo preferencia por hábito de crecimiento de tipo arbustivo, semiguia y guia, respectivamente. Para el Departamento de El Paraiso el 53% y el 47% de los casos evaluados indicaron preferencia por los tipos arbustivo y semiguia, respectivamente. Por último, para el Departamento de Fco. Morazán el 56% y el 44% de los casos establecían una preferencia por los tipos arbustivo y semiguia, respectivamente (Fernández et al., 1979).

B.3.- Nodulación y Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN)

La mayor ventaja de las leguminosas alimenticias es su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, lo cual les da una mayor utilidad en la actual crisis mundial de energía (Sinha, 1978).

La especie Phaseolus vulgaris L. presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical. Los nódulos tienen forma poliédrica y un diámetro aproximado de 2 a 5 mm y son colonizados por bacterias del género Rhizobium.

La fijación biológica de nitrógeno a través de la simbiosis bacteria-planta, contribuye a satisfacer los

requerimientos de este elemento en la planta, influyendo esto en el rendimiento final del cultivo (Ospina, 1981).

Trabajos realizados por Black (1968) (citado por Sinha, 1978) sugieren que el aumento de la nodulación y la fijación biológica de nitrógeno trae consigo una mayor producción de materia seca, lo que va unido a un rendimiento de grano más alto.

Anteriormente, la capacidad de la FBN del frijol común se consideraba menor que la capacidad de fijación de otras leguminosas. No obstante, Graham y Rosas (1977) (citados por Rosas y Bliss, 1986a), mostraron que el frijol común presenta niveles de fijación de N_2 tan alto como otras leguminosas.

Barkdoll (1982), indicó que el mejoramiento de la capacidad de la FBN ha recibido mucho interés como un posible método tecnológico de bajo costo para incrementar los rendimientos de frijol en América Latina, reduciéndose el uso de fertilizantes nitrogenados, ya que nuestros productores no tienen ni los recursos para producir fertilizantes ni la capacidad económica para adquirirlos.

Rosas y Bliss (1986b), sugirieron que debido a la existencia de variabilidad y potencial genético utilizable en el germoplasma de frijol en términos de la FBN, es necesario desarrollar programas de investigación en este campo e integrarlos a programas internacionales para el mejoramiento del frijol.

En lo que se refiere a los logros obtenidos en el mejoramiento de la FBN en Honduras, Rosas et al. (1987), seleccionaron 12 líneas avanzadas de frijol rojo pequeño y brillante, provenientes de evaluaciones hechas en poblaciones desarrolladas a partir de cultivares mejorados ('Desarrural 1R' y 'RAB 39').

B.4.- Reacción a Enfermedades

Tanto la roya (U. appendiculatus (Pers.) Unger) como la bacteriosis (X. campestris p.v. phaseoli (Smith) Dye) son enfermedades que se encuentran ampliamente distribuidas en todas las regiones frijoleras del mundo, ocasionando pérdidas de importancia económica, las cuales dependen del grado de susceptibilidad de la variedad empleada, de la severidad de la enfermedad y de las condiciones ambientales que prevalezcan en el área (Pastor-Corrales, 1985; Castaño, Montoya y Pastor-Corrales, 1986).

En el caso de la roya, según Cardona et al. (1982), periodos prolongados de 10 a 18 horas de alta humedad relativa (mayor del 90%) y temperaturas moderadas de 17 °C a 27 °C, son condiciones que favorecen la infección, la cual ocurre generalmente en el haz y en el envés de la hoja, no obstante, puede aparecer en vainas y peciolo.

La roya ataca desde los primeros estados de desarrollo de la planta, provocando defoliación prematura y pérdidas en el rendimiento que oscilan entre 18% y 100% de acuerdo con

el grado de susceptibilidad de la variedad. En el caso de la bacteriosis común, el patógeno causal ocasiona más daño al frijol a 28 °C que a temperaturas más bajas y estas condiciones pueden causar pérdidas en el rendimiento del orden de 22% y 45% en Colombia (Pastor-Corrales, 1985).

Para el combate de ambas enfermedades, lo más recomendado es el uso de variedades resistentes, tomando en cuenta que la resistencia puede ser afectada por la existencia de muchas razas patogénicas (Cardona *et al.*, 1982).

Sin embargo, para combatir eficazmente la roya, se han encontrado muchas dificultades ya que el patógeno causal de esta enfermedad es el más variable que se conoce (Vargas, 1980, citado por Pastor-Corrales, 1985).

En evaluaciones hechas en el Vivero Internacional de Roya del Frijol (IBRN) (CIAT, 1984), varias introducciones se identificaron con diferentes niveles de resistencia. Para bacteriosis, introducciones provenientes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), se han determinado como resistentes mediante inoculación artificial. Una línea de TARS/UPR, derivada de un cruce con E. coccineus que se registró como 'XR-235-1-1', se cruzó con la variedad 'B-190' (material promisorio para la zona oriental de Honduras por su resistencia a roya), con el propósito de tener líneas avanzadas con resistencia a ambas

enfermedades, simultaneamente (Freytag, Zapata y Echávez, 1983).

Recientemente se han obtenido nuevas líneas procedentes de cruces interespecíficas entre *P. vulgaris* y *P. acutifolius* hechos en la Universidad de California, que tienen niveles muy altos de resistencia (Pastor-Corrales, 1985).

B.5.- Rendimiento

En la evaluación de esta característica, se debe considerar el ambiente específico en el cual se realizan las investigaciones, de tal manera que valores altos y bajos de rendimiento reflejen las posibilidades reales del genotipo, según las diferentes condiciones a que este sometido (Voysest, 1985).

Uno de los factores que influye significativamente en el alto o bajo rendimiento del frijol es la población de plantas establecidas por unidad de superficie cultivada, partiendo de la base de que el rendimiento colocado en el tallo principal del frijol, es el menos afectado al haber estrés por espaciamiento. El uso de genotipos con bajo grado de ramificación podrían elevar la densidad de plantas por unidad de superficie, sin que éstos, a nivel de planta individual, reduzcan su rendimiento total (CIAT, 1980).

Las densidades de siembra en Honduras son muy variables aun dentro de las mismas zonas frijoleras; por lo general

varían entre 180,000 y 300,000 plantas/ha, dependiendo de la técnica de siembra usada (Fernández et al., 1979).

Al mismo tiempo, se ha determinado que la introducción de variedades mejoradas ('Zamorano', 'Desarrural', 'Danlí 46' y 'Porrillo') en sustitución de variedades criollas o locales (cuarenteños, cincuentaños, etc.) por parte de los agricultores hace que exista variabilidad en los rendimientos en las diferentes zonas productoras del país. Como ejemplo, en los últimos años se ha observado que el rendimiento ha aumentado significativamente en el departamento de El Paraíso de 494 kg/ha a 765 kg/ha (Fernández et al., 1979).

En selecciones hechas en los Programas Nacionales para los Viveros de Adaptación y Rendimiento de Centroamérica (VICAR), se seleccionaron varios materiales promisorios de grano rojo, identificados con el código RAB (Rojo Arbustivo Brillante), que además de adaptación y rendimiento en las áreas en que se evaluaron, han mostrado tener tolerancia a problemas o enfermedades críticas. Para el caso de Honduras, los materiales 'RAB 34', 'RAB 142' y 'RAB 50' han sido seleccionados también por tolerancia a la roya (Crozco, 1985).

En Honduras, durante el periodo de 1980 a 1986 se liberaron variedades como 'Acacias 4', 'Esperanza 4', las líneas 'RAB 50' y 'RAB 205', que surgieron como respuesta a la necesidad de liberar variedades superiores a las ya

existentes ('Desarrural 1R', 'Zamorano' y 'Danlí 46') y a las criollas (cuarenteños, cincuentaños, etc.) por su alto potencial de rendimiento (Ramos, 1986).

B.6.- Porcentaje de Proteína

En las regiones donde la carne, los huevos y la leche proporcionan el grueso de las proteínas del régimen alimenticio diario, la calidad de las leguminosas de grano no tiene gran trascendencia. Sin embargo, en países como el nuestro, donde el valor adquisitivo de estos productos es muy alto, el frijol se convierte en la principal fuente de proteína en nuestra dieta diaria.

Según Sinha (1978), la cantidad de proteínas de las leguminosas alimenticias varía entre el 20% y 25%, existiendo una variabilidad muy grande en cada especie; el frijol común se destaca por su alto contenido de proteína (14.5% al 32%) dependiendo de la variedad, zona de cultivo y otros factores (Orozco, 1977).

Chonay (1977), indicó que para aumentar la cantidad de proteína y mejorar su calidad se deben seleccionar líneas que tengan buen contenido de lisina y cisteína; también se debe aumentar la cantidad de proteína en la dieta diaria. Esto puede ser posible si se seleccionan variedades para el consumo con mayor contenido de proteína o semillas de frijol con mayor contenido de albúmina.

La aplicación de fertilizantes en el cultivo de frijol

aumenta los rendimientos y en ciertos casos se observan aumentos de proteína pero no tiene efecto sobre la calidad de la misma (Jarquín, 1972) (citado por Chonay, 1977). Por el contrario, Sinha (1978), ha observado la existencia de una correlación negativa entre el contenido de proteína y los rendimientos; en el caso del género Phaseolus encontró coeficientes de correlación desde $r = -0.23$ hasta $r = -0.63$, lo cual indica que no será fácil efectuar una selección relacionada con un alto contenido de proteína a la vez que se pretende mantener rendimientos más altos.

III.- MATERIALES Y METODOS

A.- Ubicación del Ensayo y Características del Area

El presente trabajo se realizó durante los meses de septiembre a diciembre de 1988 (época de postrera), en la terraza 8 del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), situada en el Valle del Rio Yeguaré, 33 km al este de Tegucigalpa, Honduras.

La EAP se encuentra localizada a una altitud de 800 metros, a una latitud de 14°00' Norte y a una longitud de 87°02' Oeste.

En el Apéndice 3 se presentan los resultados de los análisis de suelo del área experimental. Los datos de precipitación y temperaturas máximas y mínimas durante los meses en que se efectuó el ensayo, se presentan en el Apéndice 4.

B.- Materiales Genéticos Empleados

Se utilizaron 60 genotipos de frijol común de origen hondureño de la colección existente en el Banco de Germoplasma de la EAP, dos testigos locales ('Danli 46' y 'Zamorano') y dos testigos mejorados ('Catrachita' y 'Desarrural 1R') (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Lista de genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de origen hondureño de la colección del Banco de Germoplasma de la EAP, evaluados en el experimento. El Zamorano, Honduras. 1988.

Genotipo	Registro de Introducción al Banco de Germoplasma
1.- Comayagua (EAP 66C 232)	2034
2.- Chile Comayagua	2036
3.- Matón Legemani	2021
4.- Tinequito Retinto	1409
5.- Retinto Dulce Nombre de Copán	2052
6.- Jesús de Otoro 1700	2040
7.- Las Flores Ajuterique	2031
8.- Rojo de Seda	1396
9.- Tolete Siguatepeque	2045
10.- San José	2029
11.- Zamorano Seleccionado 267	2074
12.- Rojo	1429
13.- Matón Siguatepeque	2046
14.- Honduras 41	669
15.- Honduras 88	708
16.- Honduras 77	698
17.- Minas de Oro Comayagua	1958
18.- Honduras 59	683
19.- Chile San Marcos	1961
20.- Honduras 58	682
21.- Honduras 83	703
22.- Chile Retinto Quimistán	1921
23.- MKI Coyoles Yoro	1899
24.- Colorado Juigalpa	1987
25.- Mixture 83	1500
26.- Azacualpa Sta. Bárbara	1925
27.- Honduras 82	702
28.- MKI Olanchito	1910
29.- Store Olanchito	1911
30.- Chile Talanga	1949
31.- Retinto Copán Ruinas	1930
32.- Chile Minas de Oro Comayagua	1957
33.- Cedros	1940
34.- San Antonio Copán	1928
35.- Frijol Chingo Liberales	1937
36.- Honduras 57	681
37.- Porvenir Valle de Cedros	1936
38.- Florida Copán	1931
39.- Juticalpa	1952

Cuadro 1.- Continuación.

Genotipo	Registro de Introducción al Banco de Germoplasma
40.- Honduras B4	704
41.- Mercado Comayagüela USA	1943
42.- Honduras 69	690
43.- Frijol Zamorano Cedros	1938
44.- Honduras 61	685
45.- Honduras 63	687
46.- Honduras 21	658
47.- Dulce Nombre de Copán	2162
48.- R-36 Antracnosis	2410
49.- Honduras 22	657
50.- 219-B6	647
51.- Honduras 55	679
52.- Honduras 17	654
53.- Selección Antracnosis 7	2144
54.- Selección Antracnosis 9	2151
55.- Zamorano Selección 273	2129
56.- Selección Antracnosis 31	2153
57.- Selección Antracnosis 32	2158
58.- Selección Antracnosis 38	2116
59.- Mercado Comayagüela Corpus	1944
60.- Chile Comayagua	2033

C.- Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental en látice triple 8x8 (64 tratamientos: 60 genotipos y cuatro testigos). La parcela experimental (2.4 m²) constó de dos surcos de 2 m de largo cada uno, a una distancia de 0.60 m entre surcos por 0.10 m entre plantas, obteniendo así un área experimental de 461 m².

Los análisis de varianza (Apéndice 5), las pruebas de rango múltiple de Duncan y las correlaciones simples de las características en estudio, se realizaron mediante el programa de computación MSTAT versión 4.0 (Nissen, 1984). Para esto se utilizó una microcomputadora IBM PC-XT de 640 kb de acceso libre de memoria. En el caso de las evaluaciones basadas en escalas visuales, los datos se transformaron usando la fórmula:

$$Y = \sqrt{X+1},$$

donde " X " representa la variable analizada.

D.- Labores de Campo

D.1.- Preparación del Terreno

El terreno fue preparado mediante una arada y dos pases de rastra. Se realizó una aplicación de Metaloclor (Dual 960 CE, 2.5 L/ha p.c.), presiembra incorporado para el combate de gramíneas. Cuatro días antes de la siembra del ensayo se

hizo una aplicación de Pentacloronitrobeneno (PCNB) en una dosis de 10 kg/ha, para prevenir pudriciones radicales.

D.2.- Materiales Esparcidores e Inóculo de Roya

Para garantizar una fuente adecuada de inóculo de roya en el campo, el material vegetal utilizado como esparcidor de dicha enfermedad fue una mezcla de cuatro variedades susceptibles : 'Brunca', 'Talamanca', 'Danli 46' y 'Centarizalco'.

Los esparcidores se sembraron el 9 de septiembre de 1988, quince días antes de la siembra del germoplasma a evaluar.

Se sembraron hileras dobles de esparcidores alrededor de todo el ensayo, y bloques compuestos de 16 surcos de un metro de largo cada uno, por cuatro bloques del experimento (Figura 1).

Para la inoculación de los esparcidores y del material vegetal que se evaluó, se utilizaron uredosporas de roya, preservadas a una temperatura de 5 °C. La inoculación se realizó a los 20 días después de la siembra (dds). Se usó una concentración de 3×10^4 uredosporas/ml de agua, la cual fue cuantificada con la ayuda de un hemacitómetro. El inóculo se asperjó sobre las plantas en el campo con una bomba de mochila de motor de 12 litros de capacidad.

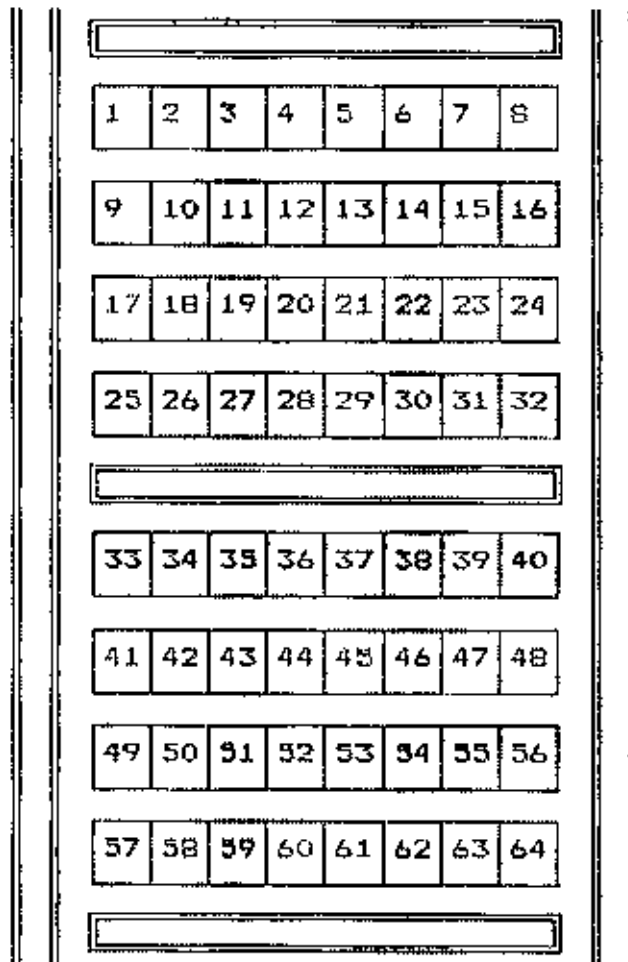
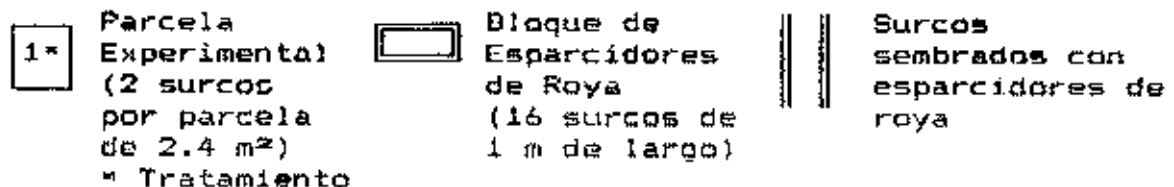


Figura 1.- Croquis del campo experimental ilustrando sólo una repetición, con la distribución de los 64 tratamientos (60 genotipos más cuatro testigos) y los esparcidos de roya. El Zamorano, Honduras. 1988.



D.3.- Siembra

El ensayo se sembró el 23 de septiembre de 1988. La siembra se hizo a mano, depositando dos semillas cada 10 cm, en surcos separados 0.60 m cada uno. Diez días después de la siembra, se realizó un raleo, dejando una planta por postura. La densidad aproximada que se obtuvo fue de 166,666 plantas por hectárea.

Se fertilizó únicamente al momento de la siembra con 36 kg de nitrógeno (N) por ha y 40 kg de fósforo (P) por ha. Así mismo, la semilla fue inoculada con una mezcla de las cepas de Rhizobium phaseoli CIAT 899 y TAL 182. Ambas cepas tienen un crecimiento rápido de la colonia (1-2 días) y una efectividad completa.

D.4.- Inóculo de Bacteriosis

La bacteria X. campestris p.v. phaseoli se obtuvo del Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Protección Vegetal de la EAP. La bacteria se sembró, bajo condiciones asépticas, en extracto de levadura dextrosa carbonato de calcio agar (EDCA) (Cuadro 2) y se incubó a 28 °C. Colonias de X. campestris p.v. phaseoli, de 48 horas de edad, se utilizaron para la inoculación. El aislamiento de la bacteria se realizó en una cámara de flujo laminar.

La concentración de inóculo utilizada fue de 1×10^8 células/ml. Para obtener dicha concentración, se utilizó la escala de McFarland (Lenneto et al., 1985), citado por Pinto

(1988). Las asperciones de inóculo se realizaron con una bomba de mochila aplicándose a una presión de 7.75 kg/cm². Las inoculaciones se iniciaron cuando las plantas tuvieron de 2 a 3 hojas trifoliadas (20 dds) y se repitieron cada 10 días hasta que aparecieron los síntomas. En total se realizaron tres aplicaciones. Tanto para roya como para bacteriosis, las inoculaciones se realizaron después de las 5 p.m., con el propósito de proveer condiciones más favorables para el establecimiento del patógeno.

D.5.- Prácticas Culturales

El combate de malezas se efectuó manualmente con azadón a los 30 y 40 días después de la siembra.

Se realizaron cuatro aplicaciones de insecticidas: la primera, a la siembra con Furadan 10 G (Carbofuran, 1 kg/ha i.a.) para combatir insectos del suelo. La segunda, tercera y cuarta aplicaciones con MTD 600 (Metamidofos, 0.9 kg/ha i.a.) para combatir insectos defoliadores (Crisomélidos: Diabrotica sp.), transmisores de virus (Bemisia tabaci) y otros como el lorito verde (Empoasca kraemerii).

Para el combate de babosas se hicieron tres aplicaciones de cebo envenenado (Cuadro 3), colocando

Cuadro 2.- Composición del medio de cultivo extracto de levadura dextrosa carbonato de calcio-agar (EDCA).*

Componente	Cantidad [✓]
Extracto de levadura	10 g
Dextrosa (glucosa)	20 g
Carbonato de calcio	20 g
Agar	15 g
Agua [✓]	1 L

* Fuente: Castaño (1986); [✓] Cantidades necesarias para preparar un litro de medio EDCA.

Cuadro 3.- Composición del cebo envenenado usado para el combate de babosas.*

Ingrediente	Cantidad [✓]
Afrecho de trigo	4 kg
Metaaldehído	0.056 kg
Melaza	0.453 kg
Agua [✓]	-----

* Fuente: Andrews y Rueda (1987); [✓] Cantidades necesarias para elaborar 10 libras de cebo envenenado.

[✓] Añadir la cantidad necesaria hasta obtener una buena consistencia del cebo.

pequeñas cantidades de cebo a un metro de separación unas de las otras. El cebo se colocó en horas de la tarde para prevenir la desecación de éste por efectos del sol.

E.- Determinaciones

La caracterización del germoplasma incluyó los siguientes aspectos:

- 1.- Días a floración.
- 2.- Días a madurez fisiológica.
- 3.- Hábito de crecimiento.
- 4.- Resistencia al acame.
- 5.- Nodulación.
- 6.- Susceptibilidad a roya.
- 7.- Susceptibilidad a bacteriosis.
- 8.- Rendimiento al 14% de humedad.
- 9.- Componentes de rendimiento : número de vainas por planta (NVP), número de semillas por vaina (NSPV) y peso seco de 100 semillas (PSCS).
- 10.- Porcentaje de proteína en el grano.

J.- Metodología Usada Para las Determinaciones

La metodología empleada se basó en el sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol y los descriptores para Phaseolus vulgaris recomendados por CIAT (1987), y el IDPGR (1982), respectivamente.

J.1.- Días a floración

Se contó el número de dds hasta que el 50% de las plantas de la parcela habían florecido.

J.2.- Días a Madurez Fisiológica

Se contaron los dds en que comenzó la decoloración o inicio del secado de las vainas que se considera como madurez fisiológica (etapa R9). Los datos se tomaron cuando el 50% de las plantas de la parcela alcanzaron este estado.

J.3.- Hábito de Crecimiento

La evaluación de esta característica se realizó en la etapa de desarrollo R9 (madurez fisiológica), según la escala mostrada en el Cuadro 4.

J.4.- Resistencia al Acame

Este dato se tomó en la etapa R8 (llenado de vainas), según la escala recomendada por el IBPGR (1982) (Cuadro 5), considerándose como plantas acamadas aquellas que presentaron un doblamiento en un ángulo de 45 grados.

J.5.- Nodulación

Este dato fue tomado en la etapa reproductiva R6 (floración) cuando las plantas alcanzan los niveles máximos en número y masa de nódulos. Se muestrearon cuatro plantas

Cuadro 4.- Escala de evaluación para describir el hábito de crecimiento.*

I.- Hábito determinado:

Ia.- tallo y ramas fuertes y erectos

Ib.- tallo y ramas débiles

II.- Hábito arbustivo indeterminado, con tallo y ramas erectos:

IIa.- sin guía

IIb.- con guías y habilidad para trepar

III.- Hábito arbustivo indeterminado, con tallo y ramas débiles y rastreras:

IIIa.- guías cortas sin habilidad para trepar

IIIb.- guías largas con habilidad para trepar

IV.- Hábito de crecimiento voluble, con tallo y ramas débiles, largos y torcidos:

IVa.- vainas distribuidas por toda la planta

IVb.- vainas concentradas en la parte superior de la planta

* Fuente: CIAT (1987).

Cuadro 5.- Escala de evaluación del acame.*

Calificación	Descripción
3	Todas las plantas están erectas (100%)
5	Intermedia (25-50% con acame)
7	Todas las plantas están acamadas (100%)

* Fuente: IBPGR (1982).

de cada extremo del surco, resultando esto en ocho plantas muestreadas por parcela. Se utilizó una pala para excavar las plantas muestreadas, después se separaron las raíces del follaje y del suelo, y se lavaron con agua. Seguidamente se realizó el conteo de nódulos por planta, obteniéndose un promedio de las ocho plantas muestreadas. La evaluación se basó en la escala que aparece en el Cuadro 6 y toma en cuenta el número de nódulos rojos o rosados, que son aparentemente efectivos.

J.6.- Susceptibilidad a Roya

Se realizaron dos evaluaciones, en las etapas de desarrollo R6 y R8. La escala es la que utiliza el Vivero Internacional de Roya de Frijol (IBRN) y aplica dos criterios: tipo de pústula e intensidad de la infección. La clasificación del tipo de pústula se muestra en el Cuadro 7. En este caso, debido a la presencia de varios tipos de pústula, se registró el tipo de pústula predominante. El tamaño de la pústula se determinó haciendo uso de un lente de aumento graduado particularmente para esta evaluaciones. La intensidad de infección, expresada en porcentaje y definida como el área foliar visiblemente cubierta ya sea por manchas necróticas no esporulantes, por pústulas con esporulación, o por halos cloróticos alrededor de las pústulas, se evaluó según la escala modificada de Cobb (Galvez, 1975) (Figura 2), en porcentaje (Cuadro 8).

Cuadro 6.- Escala de evaluación de la nodulación.*

	Escala ^y	Número de nódulos rojos o rosados (frijol arbustivo)
1	Excelente	más de 80
3	Buena	41-80
5	Intermedia	21-40
7	Pobre	10-20
9	Muy pobre	menos de 10

* Fuente: CIAT (1987); ^y Debido a la gran variación en el tamaño de los nódulos, se utilizaron las calificaciones pares. Por ejemplo, para el frijol arbustivo, 30 nódulos grandes por planta corresponden a una calificación de 4; 30 nódulos medianos a una calificación de 5; y 30 nódulos pequeños a una calificación de 6.

Cuadro 7.- Escala para la evaluación de roya en el frijol (*P. vulgaris* L.) de acuerdo con el tipo de pústula.*

Grado	Descripción
1	Sin síntomas visibles de la enfermedad
2	Manchas necróticas de menos de 300 μ m de diámetro sin esporulación
	2+ Manchas necróticas de 300-1000 μ m (1mm) de diámetro
	2++ Manchas necróticas de 1-3 mm de diámetro
	2+++ Manchas necróticas de más de 3 mm de diámetro
3	Pústulas con esporulación de menos de 300 μ m de diámetro
4	Pústulas con esporulación de 300-500 μ m de diámetro, a veces rodeados por halos cloróticos
5	Pústulas con esporulación de 500-800 μ m de diámetro, frecuentemente rodeadas por halos cloróticos
6	Pústulas con esporulación mayores de 800 μ m de diámetro, rodeadas por halos cloróticos

Nota: información adicional para usarse en la toma de datos en el invernadero:

- C halo pequeño con clorosis tenue
- C+ halo grande con clorosis intensa
- G halo pequeño verde
- G+ halo grande verde

* Fuente: CIAT (1987).

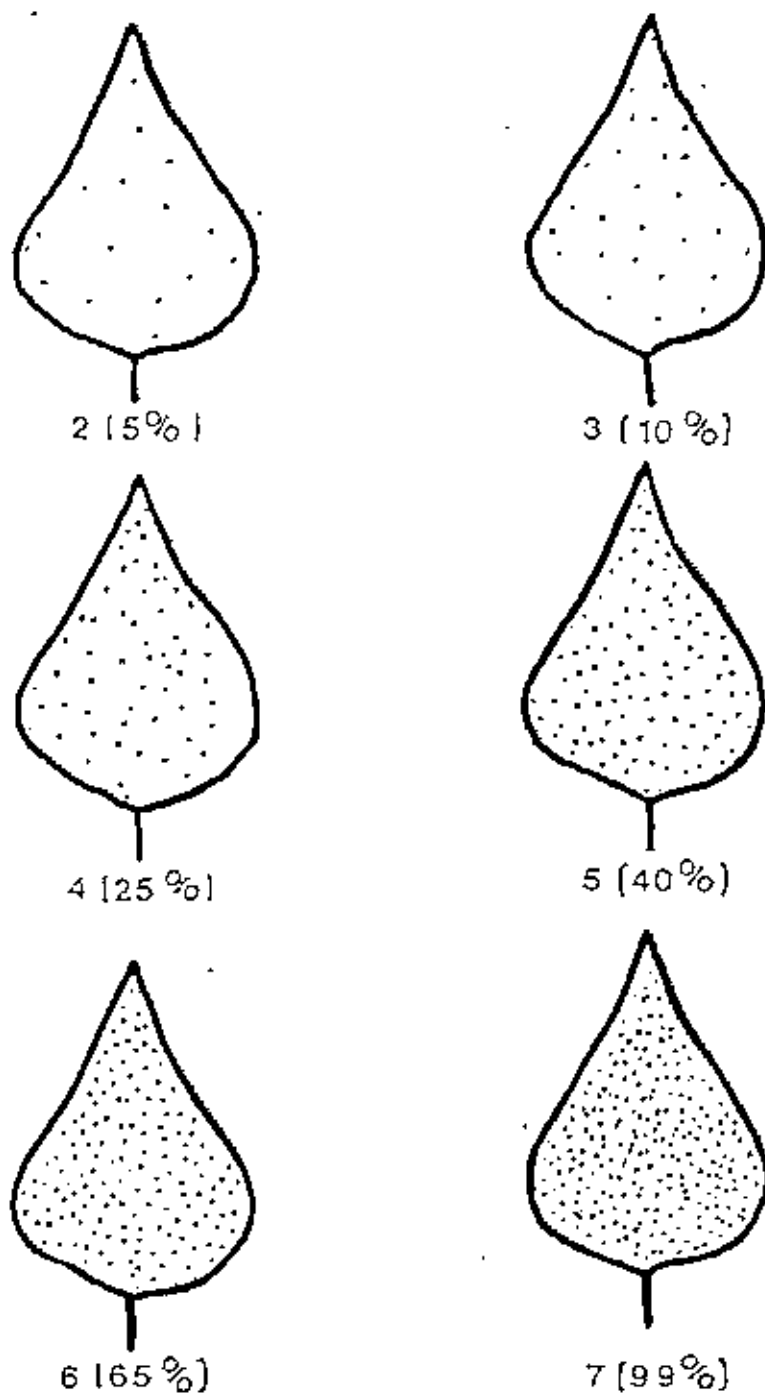


Figura 2.- Escala que muestra seis grados de intensidad del ataque de roya en las hojas la cual se usa para estimar el porcentaje de infección; Fuente: Gálvez (1975).

Cuadro 8.- Clasificación de la reacción de la planta obtenida de la combinación del tipo de pústula y de la intensidad de infección.*

Clasificación	Combinaciones				
3 Resistente	2>-1*	3-1	4-1	5-1	6-1
	2-5	3-5	4-5	5-5	6-5
	2-10	3-10			
	2-15	3-15			
	2-30				
	2-40				
	2-65				
	2-100				
5 Intermedia	3-20	4-10	5-10	6-10	
	3-30	4-15			
	3-40	4-20			
	3-65	4-30			
	3-100	4-40			
					4-65
7 Susceptible	5-15	6-15			
	5-20	6-20			
	5-30	6-30			
	5-40	6-40			
	5-65	6-65			
	5-70	6-70			
9 Muy susceptible	4-100	5-100	6-100		

* Fuente: CIAT (1987); > Tipo de pústula según la escala de 1 a 6; * Intensidad de la infección expresada en porcentaje.

J.7.- Susceptibilidad a Bacteriosis

La evaluación de bacteriosis (Xanthomonas campestris p.v. phaseoli(Smith)Dye) se llevó a cabo en las etapas reproductivas R6 y R8. Para esto se utilizó una escala visual basada en la severidad de la enfermedad (Figura 3), que se define como la cantidad de tejido de la planta afectada por los organismos causantes de la enfermedad y se expresa como porcentaje de la cantidad total de ese tejido. Esta escala se muestra en el Cuadro 9.

J.8.- Rendimiento del Grano al 14% de Humedad

Se anotó el porcentaje de humedad del grano de cada parcela, con base en una muestra de 150 gramos. La prueba se hizo en un aparato marca Steinlite del Laboratorio de Semillas de la EAP.

El rendimiento se estandarizó conforme a la siguiente fórmula:

$$PF = \frac{PI (100 - \%HI)}{(100 - \%HF)}, \text{ en donde:}$$

PF = Peso del grano en kg/ha ajustado al 14% de humedad

PI = Peso inicial del grano en kg/ha

HI = % de humedad inicial del grano

HF = % de humedad final deseada

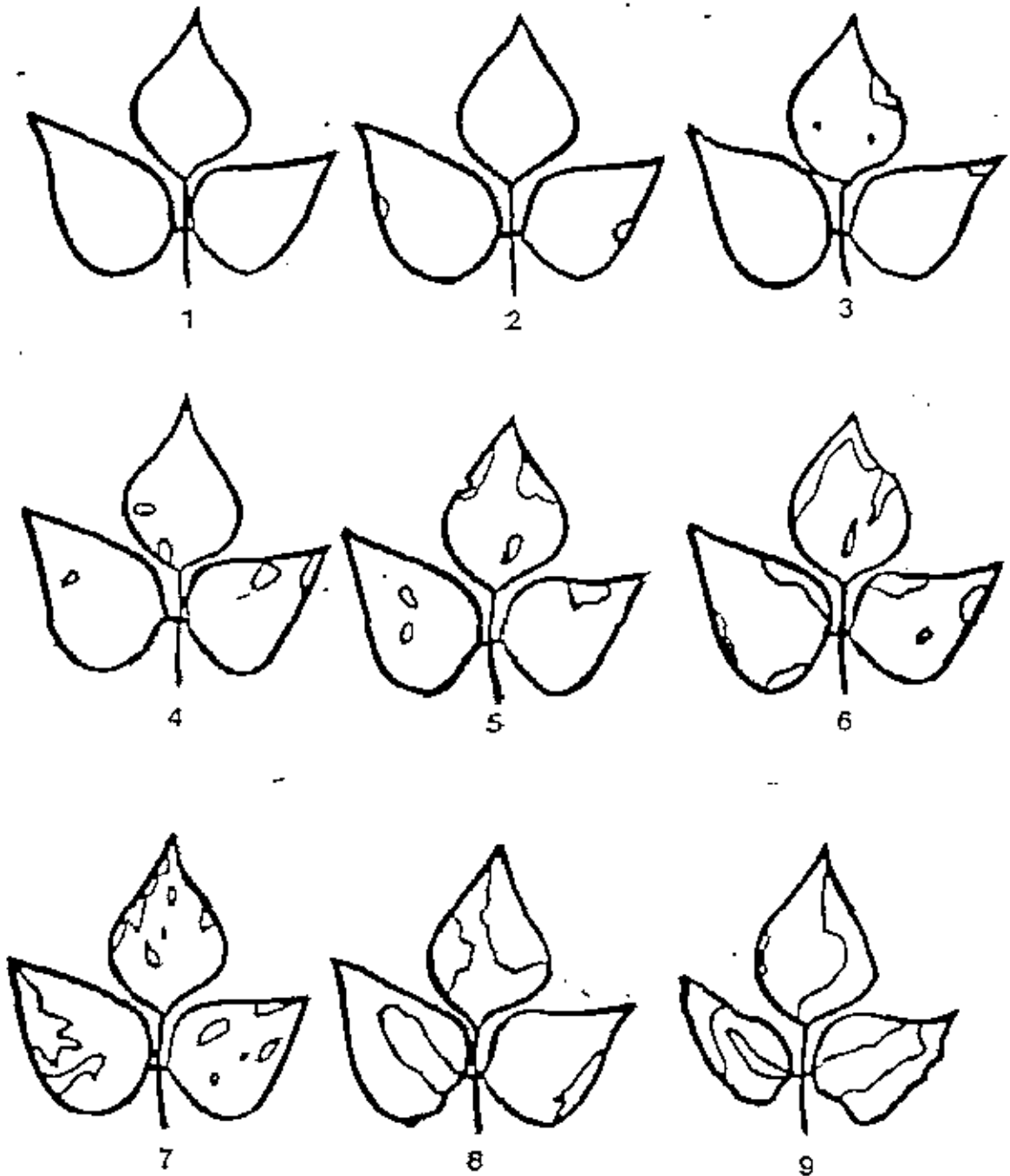


Figura 3.- Trifolios de frijol mostrando las nueve categorías de la enfermedad (1= síntomas no visibles y 9= síntomas severos) usadas para evaluar la reacción de germoplasma de frijol a X. campestris p.v. phaseoli; Fuente: CIAT (1987).

Cuadro 9.- Escala para evaluar la reacción del germoplasma de frijol a bacteriosis común (Xanthomonas campestris p.v. phaseoli(Smith)Dye).*

Escala	Categoría	Descripción
1	Resistente	Sin síntomas visibles de la enfermedad.
3	Resistente	Aproximadamente el 2% del área foliar está cubierta por unas pocas lesiones pequeñas. Generalmente las vainas están libres de lesiones.
5	Intermedio	Aproximadamente 5% del área foliar está cubierta por lesiones pequeñas que comienzan a juntarse; éstas se hallan rodeadas a veces por halos amarillos que resultan en síntomas leves. Las lesiones en las vainas son generalmente pequeñas y no se juntan.
7	Susceptible	Aproximadamente 10% del área foliar está cubierta por lesiones medianas y grandes, generalmente acompañadas por halos amarillos y por necrosis. Las lesiones en las vainas son grandes, se juntan y se presentan con frecuencia exudados bacterianos.
9	Susceptible	Más del 25% del área foliar está cubierta por lesiones grandes, generalmente necróticas, que se juntan unas con otras, lo que ocasiona la defoliación de la planta. Las lesiones en las vainas se juntan para cubrir áreas extensas y exhiben abundante exudación bacteriana, lo que en ocasiones causa vainas deformes y vacías.

* Fuente: CIAT (1987).

El peso inicial del grano (PI) en kg/ha se calculó de la siguiente manera:

$$PI = \frac{DP}{PC} \times RPC \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}, \text{ donde:}$$

DP= densidad de plantas por ha

PC= plantas cosechadas por parcela

RPC= rendimiento de plantas cosechadas (g)

J.9.- Componentes de Rendimiento

Se cosecharon 15 plantas por parcela. Se contó el número de vainas en cinco plantas y se sacó un promedio de vainas por planta. Luego se escogieron 10 vainas, al azar, en las cinco plantas, se contó el número de semillas en cada vaina y se estableció el promedio de semillas por vaina. Posteriormente, se tomó el peso seco de 100 semillas.

J.10.- Porcentaje de Proteína

El análisis químico proximal se realizó en el Laboratorio de Suelos del Departamento de Agronomía de la EAP, determinándose solamente la proteína cruda por el

método de Microkjeldahl (Chapman y Pratt, 1986). Para esto, las muestras de 100 semillas de todos los genotipos, a las cuales se les determinó el peso seco, fueron molidas y utilizadas para hacer este análisis.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos de la caracterización y evaluación del germoplasma, sugieren que existe una gran variabilidad entre los genotipos evaluados, encontrándose diferencias en varios caracteres tales como: días a floración, días a madurez fisiológica, resistencia a enfermedades, acame, peso seco de 100 semillas, rendimiento y porcentaje de proteína (Cuadro 10).

Parámetros de comparación definidos en el Cuadro 10 como límite aceptable fueron establecidos, con el objeto de evaluar el potencial de uso del germoplasma caracterizado en programas de fitomejoramiento en el país.

En el análisis de estas comparaciones destacan las características: días a floración, días a madurez fisiológica, acame, número de semillas por vaina y porcentaje de proteína, en las cuales la mayoría de los genotipos se identificaron dentro de los límites aceptables establecidos.

Un número reducido de individuos se caracterizaron dentro de las restantes evaluaciones no mencionadas anteriormente (Cuadro 10), con excepción de la nodulación para la cual no se observaron genotipos superiores. Los promedios de los resultados para todas las características evaluadas se presentan en el Cuadro 11.

Cuadro 10.- Variabilidad observada en 60 genotipos de la colección de germoplasma hondureño de frijol de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). El Zamorano, Honduras. 1988.*

Variable	Rango de Variación	Promedio	Andeva	Límite Aceptable
Días a floración	30-39	33	**	<35 (77)✓
Días a madurez fis.	49-66	56	**	<70 (100)
Nodulación R6 ^m	4-8	6	ns	<3 (0)
Roya RB ^m	3-7	5	**	<3 (14)
Bacteriosis RB ^m	3-7	5	**	<3 (9)
Acame R8 ^m	3-7	3	*	<3 (97)
No. vainas/planta	7-14	9	ns	>10 (14)
No. semillas/vaina	4-6	5	ns	>5 (70)
Peso seco g/100 sem.	12.3-23.6	18.1	**	>23 (6)
Rdto (kg/ha)	513-1403	941	**	>1200 (9)
Porcentaje proteína	11.3-27.5	17.17	*	>15 (69)

* Los valores originales en escalas se transformaron ($\sqrt{x+1}$) antes de ser analizados. El cuadro presenta los datos originales.

✓ Porcentaje de genotipos dentro del límite aceptable y con potencial genético para uso en mejoramiento.

^m Escala (3= excelente o resistente y 9= muy pobre o susceptible), (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987).

^m Escala (3= erecto, 5= intermedio y 7= acamado), (IBPGR, 1982).

*,** y ns Significativo a $P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ y no significativo, respectivamente.

Cuadro 11.- Promedios de los resultados obtenidos en el germoplasma evaluado. El Zamorano, Honduras, 1988.

No.	GENOTIPOS	VARIABLES:											
		DF	DMF	HC	R	P	N	A	MVP	MSPV	PSCS	Adto	IP
1	Comayagua (EAP 66C 232)	31	58	11b	4	4	6	5	13.6	5.3	19.6	1345.0	14.1
2	Chile Comayagua	37	63	1a	5	6	7	3	9.3	5.2	16.5	790.7	16.0
3	Matón Legemani	32	60	11b	5	5	7	3	7.9	4.9	18.7	872.9	13.7
4	Tinequito Retinto	36	54	11b	6	6	7	3	7.2	5.7	18.0	839.8	15.8
5	Retinto Dulce Nombre de Copán	34	62	11b	6	4	7	4	9.7	4.4	19.9	824.1	19.8
6	Jesus de Otoro 1700	31	51	11b	6	5	7	4	9.5	5.6	17.1	963.7	15.0
7	Las Flores Ajulerique	36	60	11b	5	6	6	3	8.7	5.2	16.0	836.7	19.0
8	Rojo de Seda	30	50	11b	6	5	6	4	7.5	5.2	22.9	1122.7	17.5
9	Tolete Siguatepeque	37	60	11b	4	3	6	4	7.4	5.4	17.6	702.8	17.3
10	San José	31	54	11b	4	6	7	4	9.7	3.3	18.6	1002.8	14.8
11	Zamorano Seleccionado 267	36	57	11b	7	6	8	4	7.3	5.7	12.3	779.7	20.6
12	Rojo	32	55	11b	6	6	6	4	10.1	4.3	17.6	1050.8	20.2
13	Matón Siguatepeque	34	56	11b	5	6	7	5	11.1	6.0	16.8	1123.4	16.4
14	Honduras 41	34	55	11b	6	5	8	4	7.9	4.8	16.2	711.6	14.4
15	Honduras 88	32	53	11b	6	4	6	3	7.5	4.8	19.6	901.9	18.4
16	Honduras 77	31	52	11b	6	5	8	4	7.9	5.0	18.4	975.4	16.2
17	Minas de Oro Comayagua	31	53	11b	6	5	7	3	8.7	5.8	18.0	1081.9	18.3
18	Honduras 59	31	57	11b	5	5	7	3	7.4	5.6	19.3	822.2	17.5
19	Chile San Marcos	36	58	1a	4	5	7	3	8.7	5.9	16.5	824.0	14.9
20	Honduras 58	32	54	11b	7	6	5	3	7.4	4.9	18.7	913.7	27.5
21	Honduras 83	33	58	11b	4	6	7	3	9.2	5.4	18.7	1019.0	18.5
22	Chile Retinto Guimistán	35	56	11b	5	5	7	3	9.3	5.4	17.5	923.2	12.2
23	MXI Coyoles Yoro	32	49	11b	4	6	8	4	6.6	4.8	18.9	840.6	16.7
24	Colorado Juigalpa	33	55	11b	6	5	8	3	10.6	4.3	16.2	983.5	11.3
25	Mixture 85	32	56	11b	6	6	8	3	9.1	5.2	17.8	917.7	15.0
26	Azacualpa Santa Bárbara	34	58	11b	6	4	7	3	10.9	5.5	18.9	1254.1	21.3
27	Honduras 82	31	54	11b	6	4	8	3	8.7	5.4	17.3	889.9	14.7
28	MXI Olanchito	32	54	11b	4	5	7	4	9.0	5.5	17.4	1071.1	23.4
29	Store Olanchito	36	55	11b	6	6	8	3	8.4	5.9	14.7	760.7	21.4
30	Chile Talanga	36	64	11b	5	5	6	3	9.2	4.4	17.7	1039.0	21.3
31	Retinto Copán Ruinas	33	56	11b	7	6	7	3	7.1	4.4	17.8	865.4	12.2
32	Chile Minas de Oro Comayagua	33	57	11b	7	7	7	4	7.3	4.8	18.1	740.1	22.6
33	Cedros	33	56	11b	7	6	8	4	8.3	5.7	17.8	682.7	17.6
34	San Antonio Copán	35	58	11b	5	5	6	3	8.4	4.9	17.5	865.7	17.7
35	Frijol Chingo Liberales	31	51	11b	5	5	6	4	10.4	5.4	18.0	1151.2	17.3
36	Honduras 57	31	53	11b	7	5	7	3	8.3	4.5	16.4	710.7	23.2
37	Porvenir Valle de Cedros	33	56	11b	7	4	7	3	10.0	6.0	14.8	820.8	21.5
38	Florida Copán	35	57	11b	6	5	8	3	9.2	5.3	15.7	717.0	18.1
39	Juticalpa	32	52	11b	5	5	7	4	9.4	4.9	17.9	1056.1	21.6
40	Honduras 84	35	60	11b	4	6	7	3	8.8	5.8	17.5	989.5	16.2
41	Mercado Comayaguela USA	39	66	1a	4	4	7	3	10.8	5.6	14.1	930.7	21.0
42	Honduras 69	32	53	11b	6	5	8	4	8.7	5.2	17.4	1035.3	11.8

Cuadro 11.- Continuación.

No.	GENOTIPOS	VARIABLES z											
		DF	DMF	HC	R	B	N	A	NVP	NSPV	PSCS	Rdto	IP
43	Frijol Zamorano Cedros	35	54	Ia	6	5	7	3	7.4	5.2	19.6	787.9	18.6
44	Honduras 61	31	54	IIb	5	4	7	4	7.4	5.4	17.8	974.7	16.8
45	Honduras 63	34	56	IIb	5	6	7	3	6.9	5.2	16.4	717.4	13.1
46	Honduras 21	31	53	IIIb	6	6	6	3	7.5	5.3	18.2	989.6	14.1
47	Catrachita	33	58	IIIb	4	3	8	3	8.3	4.6	25.6	1108.5	19.2
48	Dulce Nombre de Copán	33	59	IIIb	6	5	8	3	9.7	5.1	18.6	1109.9	15.9
49	R-36 Antracnosis	38	55	IIIb	7	4	6	3	8.5	5.2	14.6	604.9	13.5
50	Danlí 46	38	64	IIIb	3	3	5	3	11.7	5.5	16.5	867.8	13.2
51	Deparrural 1R	31	57	IIIb	4	3	6	3	8.1	5.3	23.8	1378.2	14.4
52	Honduras 22	31	56	IIIb	6	5	5	3	9.9	5.7	15.5	934.9	17.7
53	219-86	31	57	IIIb	6	5	8	4	7.6	5.0	20.5	888.9	20.5
54	Honduras 55	32	53	IIIb	5	5	7	3	9.1	5.5	17.0	953.4	17.1
55	Honduras 17	36	54	IIIb	6	5	7	4	9.7	5.7	16.1	1076.0	13.4
56	Selección Antracnosis 7	31	57	IIIb	4	5	7	4	8.3	5.8	23.2	1236.8	12.1
57	Selección Antracnosis 9	30	50	IIIb	7	6	7	4	8.3	6.1	18.9	897.2	22.3
58	Zamorano Selección 273	32	59	IIIb	4	6	5	4	8.3	4.9	22.5	1277.8	17.5
59	Zamorano	36	62	IIIb	4	7	8	4	8.6	5.4	19.0	1011.8	15.4
60	Selección Antracnosis 31	31	52	IIIb	6	5	6	3	7.9	5.5	18.4	849.5	13.2
61	Selección Antracnosis 32	33	58	IIIb	4	6	5	4	9.4	5.5	23.2	1403.4	16.9
62	Selección Antracnosis 38	38	64	Ia	7	6	6	3	7.8	4.6	18.0	513.9	16.5
63	Mercado Coxayagüela Corpus	33	56	IIIb	6	6	7	4	7.7	5.7	17.7	792.0	14.7
64	Chile Coxayagua.	33	56	IIIb	5	5	5	3	8.3	4.5	18.2	1012.2	16.0
DNS		2.55	4.62	----	0.5	0.4	---	0.2	---	---	2.36	424.02	8.08
C.V. (I) (anova)		3.65	3.84	----	9.6	8.9	9.6	7.9	23.42	13.06	6.12	21.03	29.3

z DF (días a floración), DMF (días a madurez fisiológica), HC (hábito de crecimiento), R (roya RB), B (bacteriosis RB), N (nodulación RB), A (acaña RB), NVP (número de vainas por planta), NSPV (número de semillas por vaina), PSCS (peso seco de 100 semillas (g)), Rdto (rendimiento (kg/ha)), y IP (porcentaje de proteína en el grano).

Los resultados de las características individuales se presentan a continuación:

A.- Características Agronómicas

A.1.- Precocidad

Con relación a las características días a floración y días a madurez fisiológica, el análisis estadístico indicó que hubo diferencias ($P \leq 0.01$) para ambas características.

Se encontró una gran variabilidad tanto en los días a floración como en los días a madurez fisiológica (Figuras 4 y 5), obteniéndose un rango de variación de 30 a 39 días y de 49 a 66 días, respectivamente. El promedio en días a floración de los genotipos evaluados fue de 33 y el promedio de días a madurez fisiológica fue de 56. Esto confirma los resultados obtenidos por Fernández *et al.* (1979), en un diagnóstico realizado sobre el cultivo de frijol en tres regiones de Honduras, donde concluyeron que se usan variedades precoces si se considera como precocidad un período de 70 días a la cosecha, demostrando la presencia de precocidad en los materiales criollos.

Aproximadamente un 77% de los genotipos evaluados estuvieron dentro de un límite aceptable de menos de 35 días a floración y un 100% en menos de 70 días a madurez fisiológica (Cuadro 10). Estos materiales representan un potencial genético para el mejoramiento de la precocidad, ya

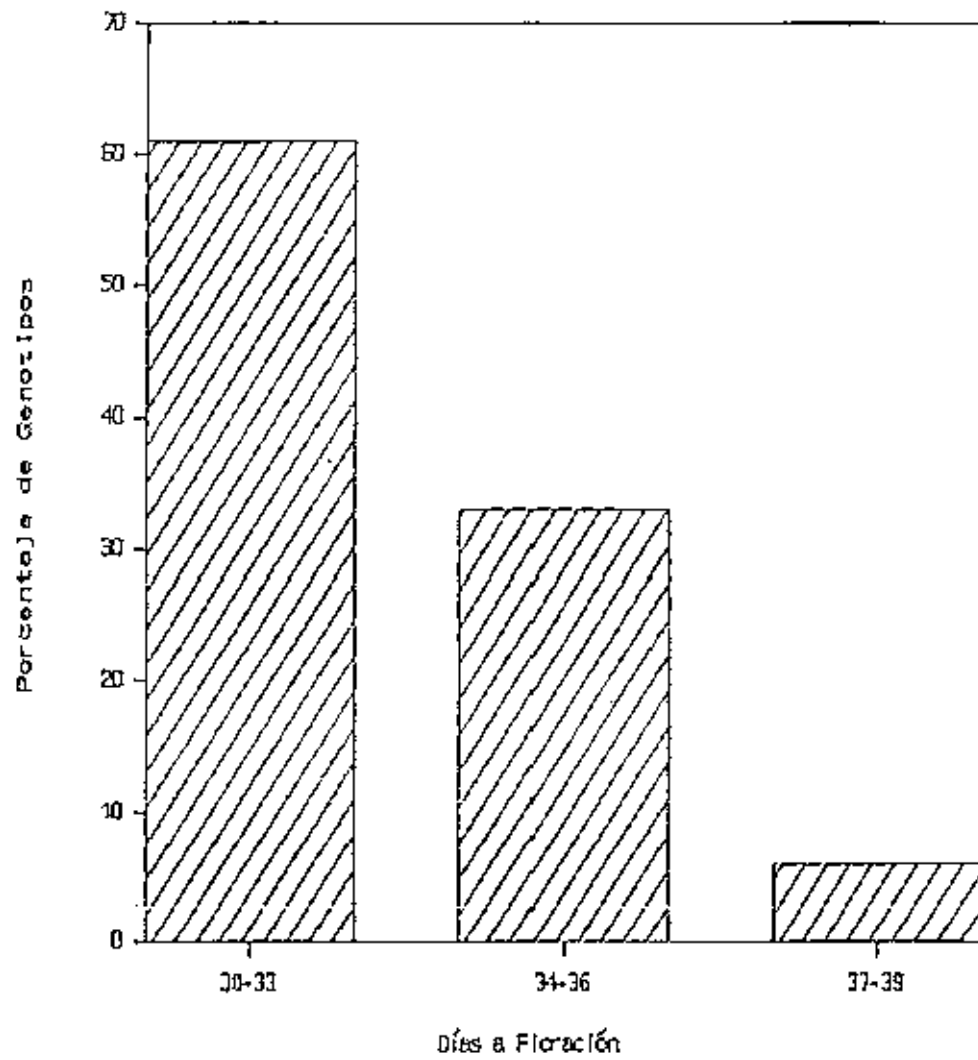


Figura 4.- Distribución de la variabilidad encontrada en el germoplasma evaluado en los días a floración. El Zamorano, Honduras. 1988.

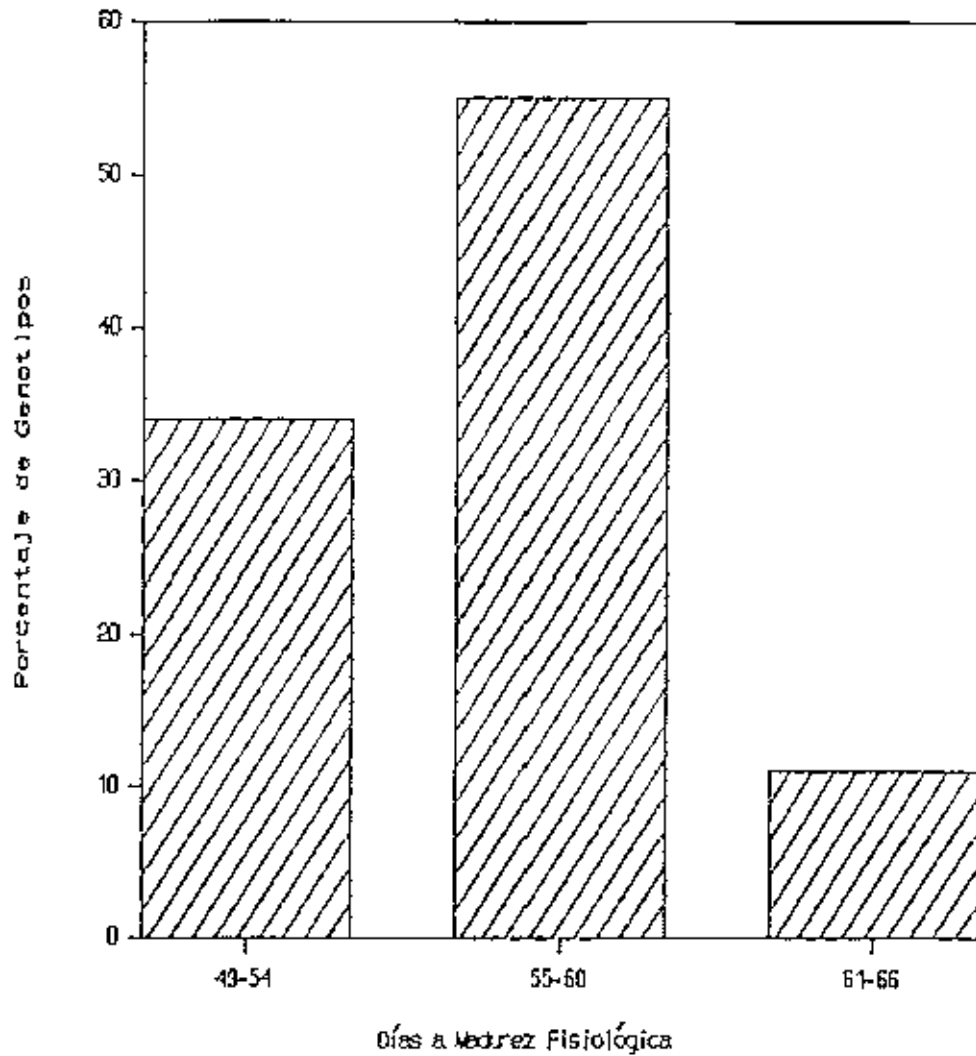


Figura 5.- Distribución de la variabilidad encontrada en el germoplasma evaluado en los días a madurez fisiológica. El Zamorano, Honduras. 1988.

que esta característica ha sido un medio por el cual los agricultores han aminorado el problema de la sequía en la época de postrera, disminuyendo así el riesgo de pérdidas en la cosecha y por lo tanto en el rendimiento.

Es importante hacer notar que la precocidad mostrada por los materiales evaluados, tanto en días a floración como en días a madurez fisiológica pudo haber estado influenciada por una baja en la precipitación que imperó durante los meses en que se llevó a cabo el ensayo (Apéndice 4), ya que la escasez de agua acelera el proceso de maduración del cultivo (Zuluaga et al., 1987).

A.2.- Nodulación

Con respecto a esta característica, el análisis estadístico indicó que no hubo diferencias significativas entre los genotipos evaluados (Cuadro 10), lo que demuestra que la mayoría se comportaron de manera similar en su capacidad de nodulación.

Para esta característica se encontró un rango de entre 4 (buena con tendencia a intermedia) y 8 (pobre) con un promedio de 6 (intermedia con tendencia a pobre), según la escala de evaluación que se presenta en el Cuadro 6. Ninguno de los materiales presentó una capacidad de nodulación excelente y la mayoría tuvo una capacidad de nodulación pobre (Figura 6).

Contrariamente a los resultados de Black (1968) (Citado por Sinha, 1978), se obtuvo una correlación baja y negativa

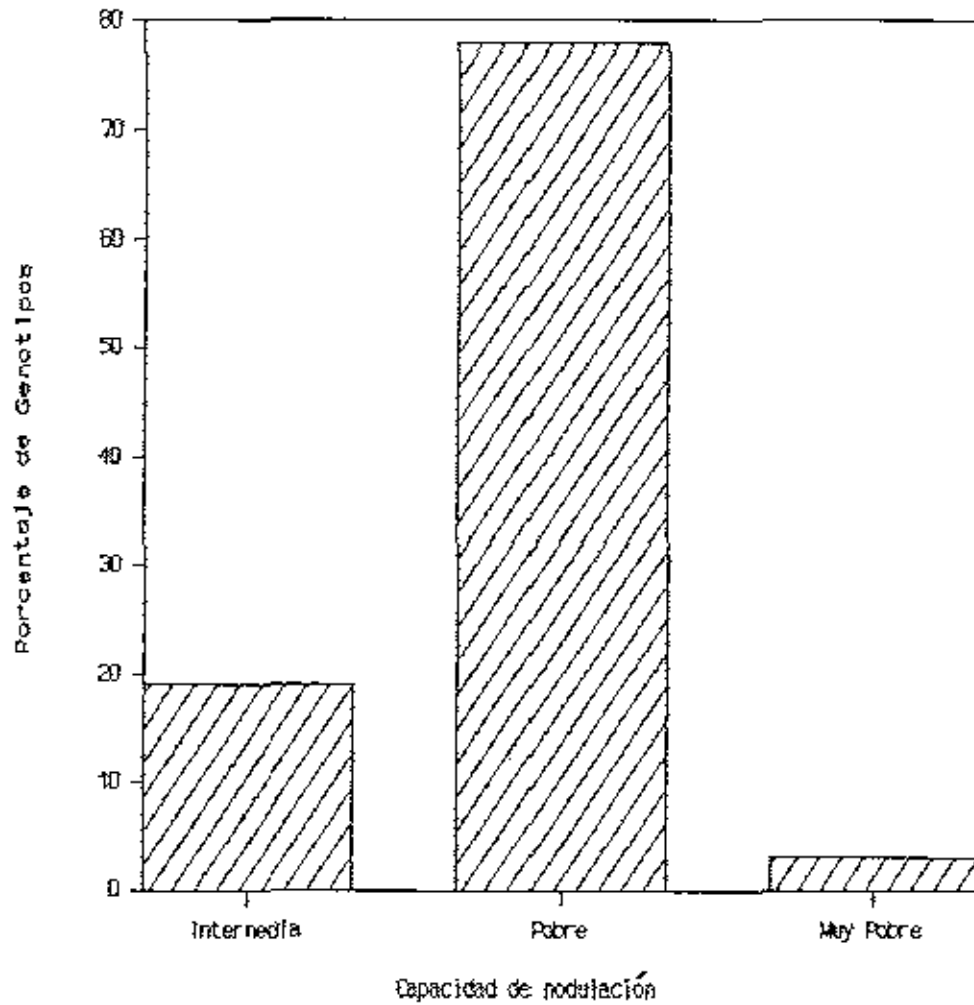


Figura 6.- Distribución de la variabilidad encontrada en el germoplasma evaluado para la capacidad de nodulación. El Zamorano, Honduras. 1988.

entre la capacidad de nodulación y el rendimiento (Cuadro 12). El aumento en la nodulación no contribuyó a un rendimiento mayor. Esto pudo deberse a que la mayoría de los nódulos formados fueron posiblemente inefectivos en la actividad de fijación biológica de nitrógeno, representando un gasto de energía para mantener los nódulos.

Es importante hacer notar que la caracterización de la nodulación se basa en el número de nódulos rosados o rojos y en su tamaño; sin embargo, esto no incluye la determinación de la actividad efectiva de la FBN, la cual es medida instantáneamente por medio de la prueba de Reducción de Acetileno (Hardy *et al.*, 1968) (Citado por Roskoski, 1986), que es utilizada por otros investigadores y que no está incluida en esta caracterización.

Además, cultivares o cepas pobres en su capacidad de fijación de N_2 , condiciones ambientales adversas o métodos inadecuados para estimar la fijación, han sido responsables por los bajos niveles de fijación en plantas de frijol (Rennie y Kemp, 1983a, 1983b) (Citados por Rosas y Bliss, 1986a). También, la actividad de fijación pudo haber sido inhibida por la acidez y el alto contenido de nitrógeno en el suelo (Sinha, 1978), donde fue sembrado el ensayo (Apéndice 3).

A.3.- Acame

Se encontraron diferencias ($P < 0.01$) en acame entre genotipos. Sin embargo, la variabilidad observada fue

Cuadro 12.- Matriz de correlaciones simples entre las variables evaluadas en el ensayo de germoplasma de frijol hondureño en la EAP, El Zamorano, Honduras, 1988.

=====										
VARIABLES :										
	DMF	A	N	R	B	NVP	NSPV	PSCS	XP	Rdto

DF	0.68 **	-0.29 ‡	0.078 ns	-0.026 ns	-0.028 ns	0.118 ns	0.078 ns	-0.493 **	-0.005 ns	-0.441 **
DMF		-0.24 ns	-0.078 ns	-0.333 **	-0.052 ns	0.284 ‡	-0.120 ns	-0.052 ns	-0.001 ns	-0.076 ns
A			-0.047 ns	-0.211 ns	0.028 ns	0.258 ‡	0.149 ns	0.218 ns	0.06 ns	0.433 **
N				0.267 ‡	0.014 ns	-0.086 ns	0.112 ns	-0.24 ns	-0.08 ns	-0.3 ‡
R					0.2 ns	-0.259 ‡	-0.076 ns	-0.426 **	0.172 ns	-0.516 **
B						-0.332 **	0.03 ns	-0.034 ns	0.101 ns	-0.085 ns
NVP							0.138 ns	-0.118 ns	-0.048 ns	0.44 **
NSPV								-0.205 ns	-0.066 ns	0.087 ns
PSCS									-0.05 ns	0.572 **
XP										-0.075 ns
=====										

z DF (días a floración), DMF (días a madurez fisiológica), A (acoso RB), N (nodulación RB), R (roya RB), B (bacteriosis RB), NVP (número de vainas por planta), NSPV (número de semillas por vaina), PSCS (peso seco de 100 semillas (g)), XP (porcentaje de proteína en el grano) y Rdto (rendimiento (kg/ha)).

‡, **, ns significativo a $P < 0.05$, $P < 0.01$ y no significativo, respectivamente.

bastante estrecha. La mayoría de los materiales evaluados (97%), fueron erectos (grado de acame de 3) (Cuadro 10). El análisis de correlación simple entre esta característica y el rendimiento fue altamente significativa ($P \leq 0.01$) (Cuadro 12). Esto indica que el rendimiento es altamente influido por la condición erecta de las plantas, ya que no hubo mucho contacto de las vainas con el suelo, disminuyendo esto significativamente la presencia de enfermedades fúngicas y bacterianas en las vainas. Lo anterior se confirmó por medio de una correlación relativamente alta entre el acame y el número de vainas por planta. En las plantas erectas se observó, también, un mayor número de vainas en buenas condiciones fitosanitarias. Por otro lado, las plantas erectas son más fáciles de cosechar, característica que en algunas regiones frijoleras significa un abaratamiento de los costos de mano de obra, por la rapidez con que se efectúa dicha actividad, o en la mayor eficiencia al cosechar a máquina.

A.4.- Rendimiento y sus Componentes

Para el número de vainas por planta y el número de semillas por vaina no se detectaron diferencias estadísticas significativas. En cambio, para el peso seco de 100 semillas (g) y el rendimiento (kg/ha) sí se obtuvieron ($P \leq 0.01$) (Cuadro 10). Esto podría haber sido influido por la diferencia encontrada en el tamaño de las semillas de cada

genotipo, ya que en muchos cultivares el tamaño grande de la semilla está relacionado con un menor número de semillas. Además, las correlaciones negativas entre el número de vainas por planta y las evaluaciones de roya y bacteriosis fueron significativas en ambos casos (Cuadro 12). Esto podría deberse a que el número de vainas por planta fue afectado por estas enfermedades en los genotipos susceptibles, impidiendo de esta forma una más clara expresión de las diferencias en rendimiento entre los materiales evaluados.

En el caso de rendimiento se obtuvo un rango de variación de 500 a 1,400 kg/ha, con un promedio de 941 kg/ha. Los rangos de variación y promedios para el rendimiento y sus componentes se muestran en el Cuadro 10. Fernández *et al.* (1979) encontraron, en un diagnóstico realizado sobre el cultivo de frijol en tres regiones de Honduras, promedios de 765 kg/ha para El Paraíso y de 580 kg/ha para el promedio nacional.

Es importante hacer notar que el mayor porcentaje del germoplasma estudiado no alcanzó el límite aceptable establecido para rendimiento. Solamente un 9% de los materiales superó los 1200 kg/ha. Cabe resaltar que los materiales criollos tienen, en la mayoría de los casos, bajo potencial de rendimiento. Su importancia reside en la estabilidad que poseen debido a la heterogeneidad genética

que les confiere la capacidad de sobrevivir en ambientes adversos.

En las Figuras 7,8,9 y 10 se muestra la variación observada en el número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso seco de 100 semillas (g) y el rendimiento (kg/ha), respectivamente.

El análisis de correlación simple entre el rendimiento y sus componentes (número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso seco de 100 semillas) fue altamente significativo ($P \leq 0.01$) para el número de vainas por planta y el peso seco de 100 semillas, pero no lo fue para la correlación con el número de semillas por vaina (Cuadro 12).

La reducida variabilidad observada en el material evaluado en cuanto al número de semillas por vaina, nos sugiere que esta característica podría encontrarse genéticamente fija en el germoplasma criollo, y que son los otros componentes los que están influyendo significativamente en el rendimiento.

A.5.- Hábito de Crecimiento

En lo que se refiere al hábito de crecimiento, solamente se encontraron genotipos con hábitos de crecimiento del tipo Ia y del tipo Iib, según la clasificación utilizada (Cuadro 4). Aproximadamente un 92% de los genotipos presentaron hábito de crecimiento Iib

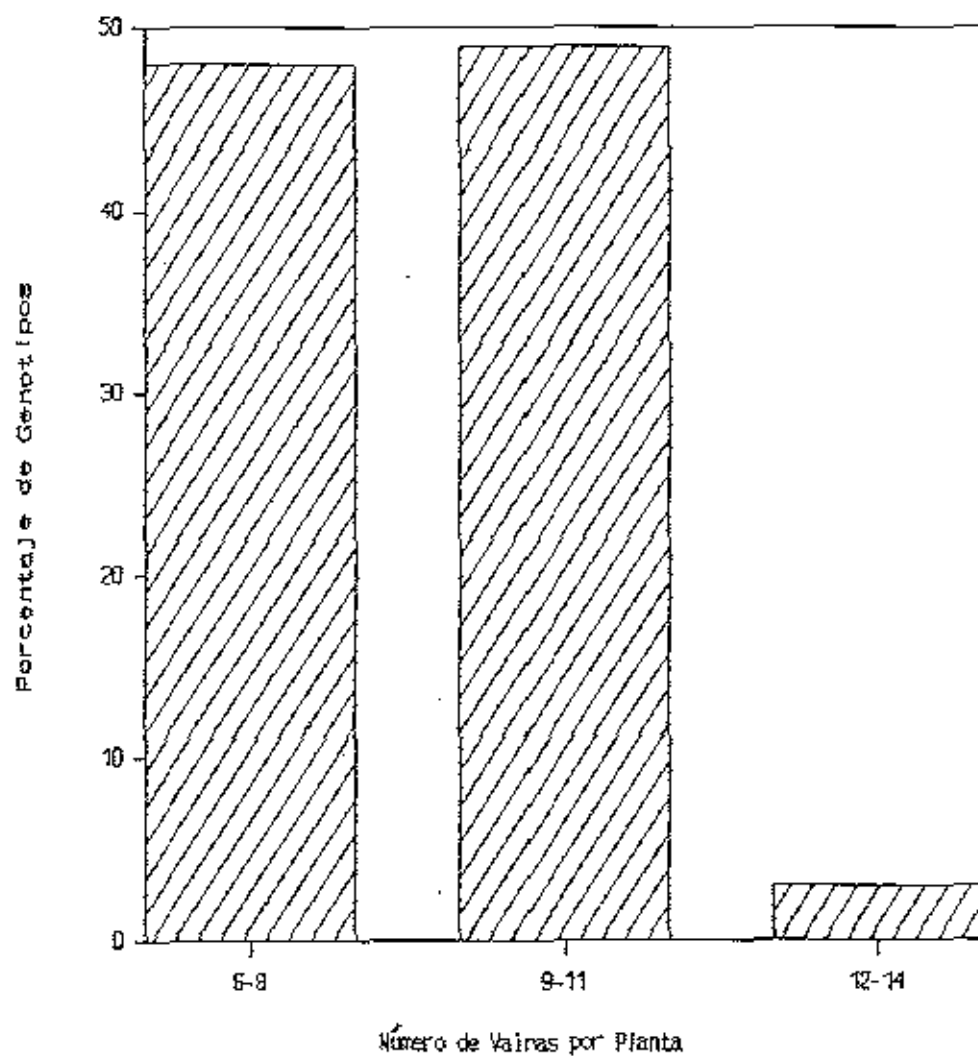


Figura 7.- Distribución de la variabilidad encontrada en el número de vainas por planta en el germoplasma hondureño evaluado. El Zamorano, Honduras. 1988.

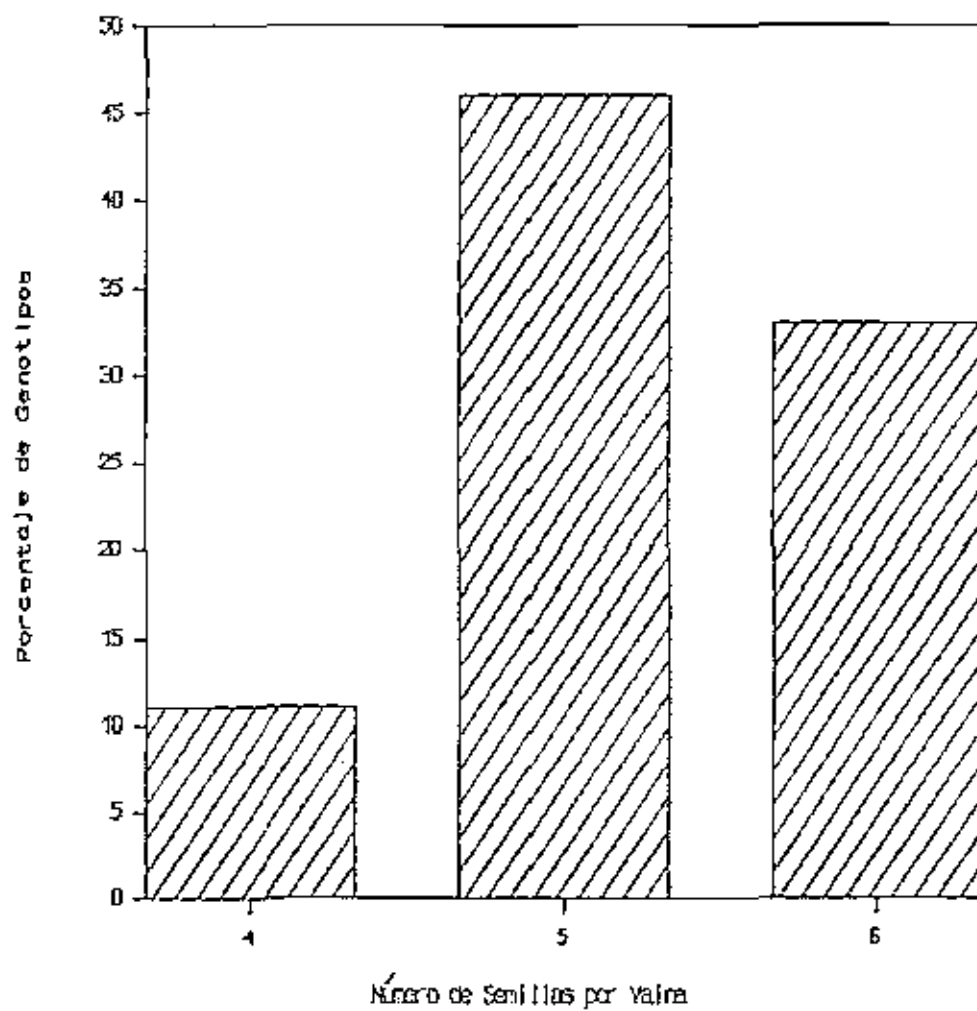


Figura 8.- Distribución de la variabilidad encontrada en el germoplasma evaluado para el número de semillas por vaina. El Zamorano, Honduras. 1988.

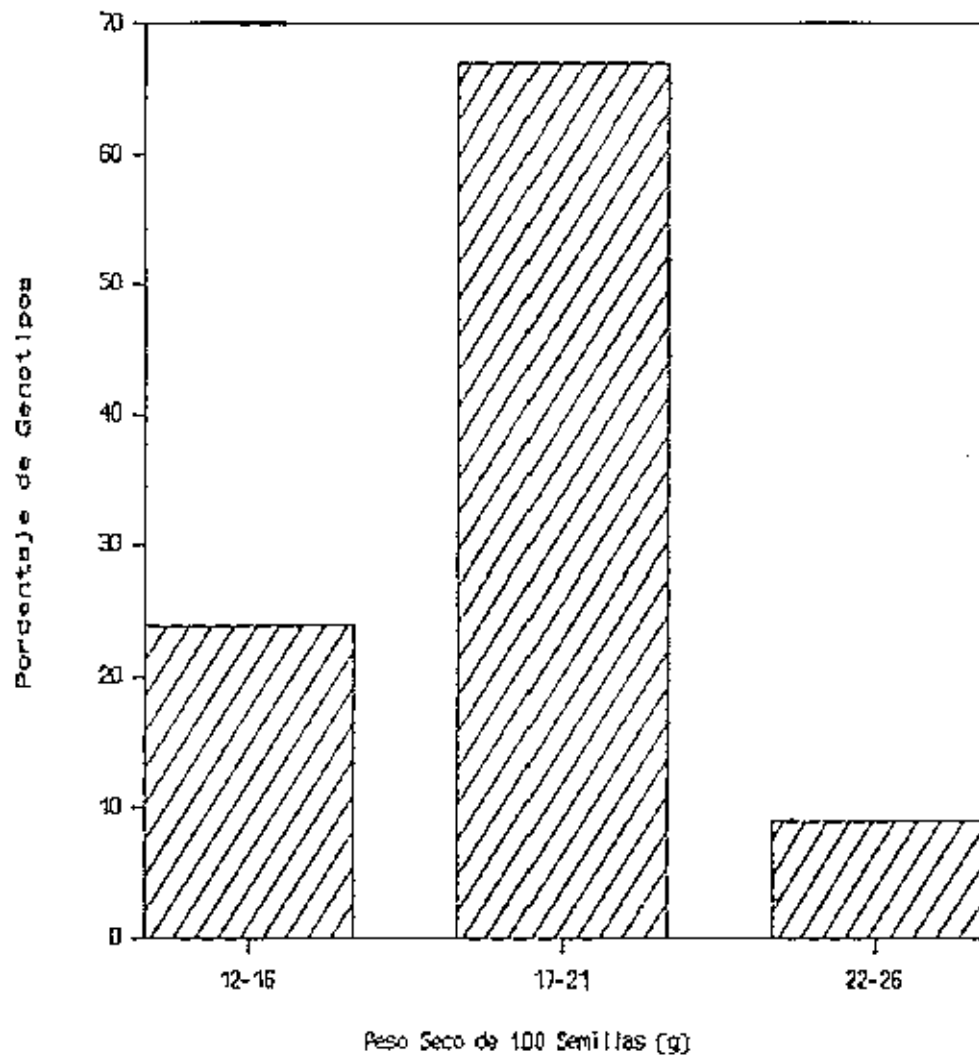


Figura 9.- Distribución de la variabilidad encontrada en el germoplasma evaluado para el peso seco de 100 semillas (g). El Zamorano, Honduras. 1988.

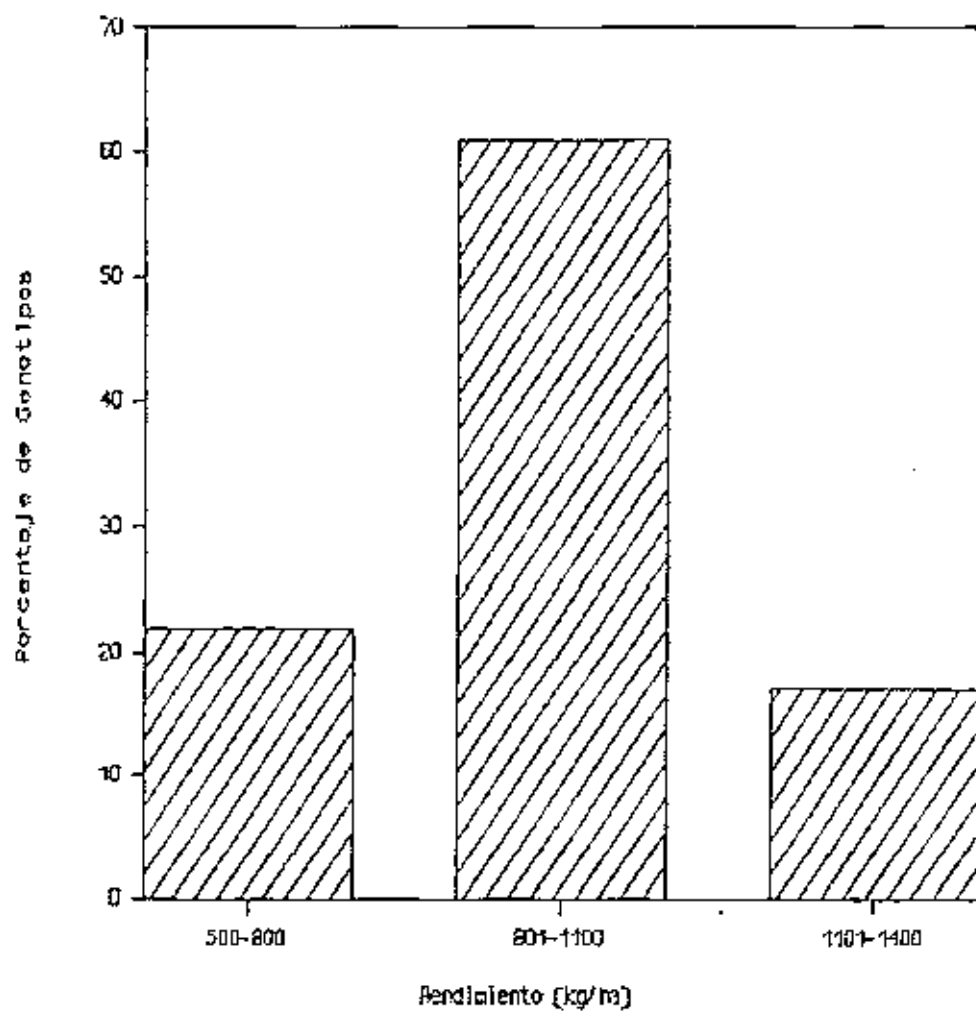


Figura 10.- Distribución de la variabilidad en el germoplasma evaluado por rendimiento. El Zamorano, Honduras. 1988.

(Figura 11), confirmando esto la predominancia del tipo de hábito arbustivo indeterminado encontrada por Fernández et al. (1979), en las principales zonas productoras de frijol del país.

Se ha determinado que en las principales regiones frijoleras, el monocultivo predomina sobre los otros sistemas de siembra (Ramos, 1984); sin embargo, dentro de estas y otras áreas de producción el sistema de relevo (maíz-frijol) es utilizado por los agricultores, desconociéndose con exactitud el porcentaje del área total de producción bajo este sistema.

La baja productividad obtenida en estas áreas podría deberse al uso de variedades con hábito de crecimiento inapropiado; en genotipos con hábito de crecimiento IIB, como los encontrados en la mayoría del germoplasma evaluado, comparativamente, podrían estar en desventaja con los materiales de tipo III, los cuales aprovecharían más eficazmente el soporte que el cultivo de maíz les ofrece, garantizando de esta forma una mayor producción en estas áreas de cultivo.

B.- Susceptibilidad a Enfermedades

Para efectos de análisis de los resultados respecto a la susceptibilidad a las enfermedades evaluadas, solamente se tomó en cuenta la evaluación hecha en la etapa reproductiva RB (llenado de vainas) para ambas enfermedades

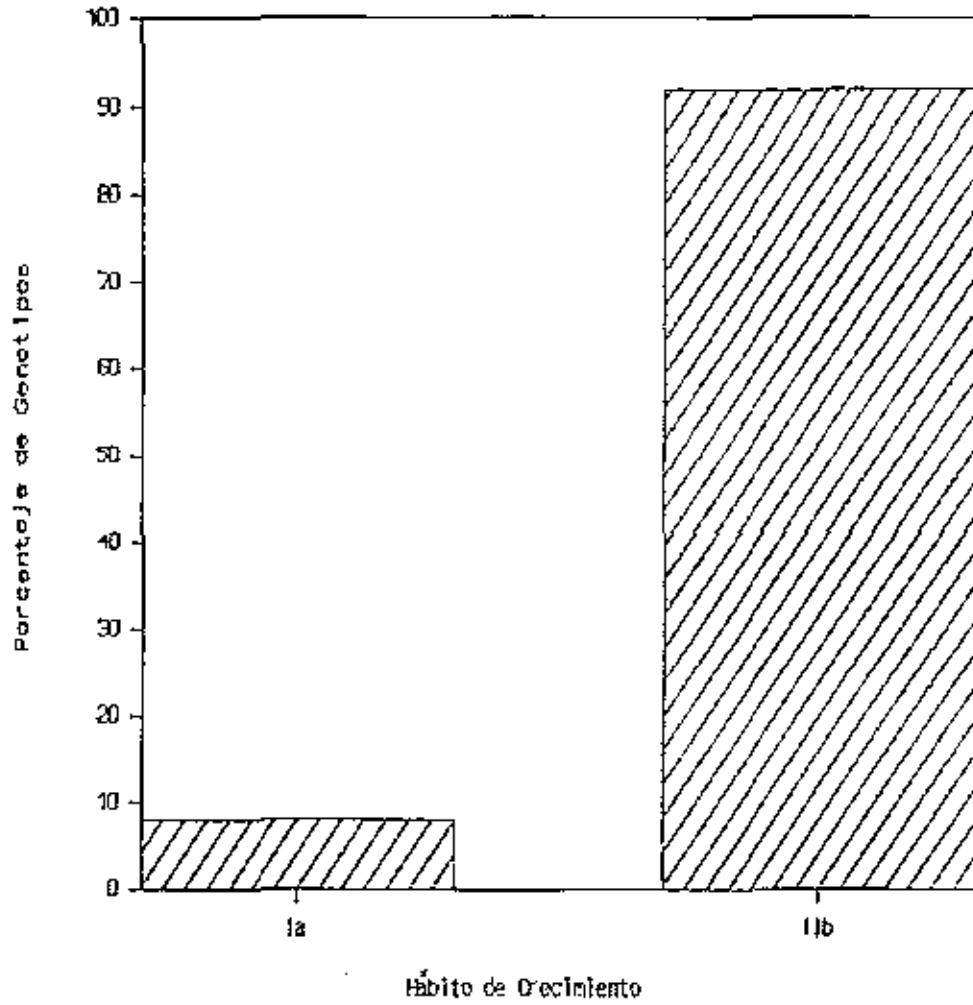


Figura 11.- Distribución de la variabilidad del germoplasma evaluado en relación con el hábito de crecimiento. El Zamorano, Honduras. 1988.

debido a que el ataque fue leve en la etapa R6 (floración).

El análisis estadístico de la susceptibilidad tanto a la roya como a la bacteriosis mostró que hubo diferencias significativas ($P < 0.01$) para ambas características, indicando esto que existe variabilidad en el grado de susceptibilidad o resistencia a ambas enfermedades.

Para ambas enfermedades se encontró variación en la reacción a las enfermedades desde 3 (resistentes) hasta 7 (susceptibles) con un promedio de susceptibilidad de 5 (resistencia intermedia). Solamente un 14% de los genotipos presentaron resistencia a roya (Cuadro 10). Las correlaciones encontradas entre la susceptibilidad a roya y el rendimiento y sus componentes fueron negativas. En el caso de la roya hubo una reducción en el rendimiento y sus componentes ya que la enfermedad se presentó porque las condiciones de temperatura imperantes le fueron favorables (17°C - 27°C). Un 90% de los genotipos presentaron resistencia a bacteriosis (Cuadro 10). En el caso de la evaluación para bacteriosis, la única correlación negativa encontrada fue con el número de vainas por planta (Cuadro 12). Sin embargo, en el caso de la bacteriosis la correlación con el número de vainas por planta indica que la aparición de la enfermedad no fue muy evidente y que quizás la reducción en el número de vainas por planta se debió a la presencia del inóculo artificial, que no progresó debido a que las condiciones le fueron desfavorables; por ejemplo, temperaturas menores de

28 °C (Apéndice 4). La variabilidad observada en la reacción a ambas enfermedades se puede apreciar en las Figuras 12 y 13.

La evaluación de dos enfermedades en una misma época y en los mismos materiales podría no ser recomendable ya que es fácil que den lugar a confusión en la interpretación de los resultados, debido a que una de ellas puede impedir, hasta cierto punto, la expresión potencial de la otra. Por otro lado, es difícil distinguir cuál de ellas podría estar afectando más directamente el rendimiento y sus componentes, ya que, normalmente, se encuentran correlaciones negativas.

En los Cuadros 13 y 14 se presenta la separación de medias para ambas enfermedades. En los cuadros se presentan únicamente los genotipos con resistencia a dichas enfermedades. Estos genotipos identificados podrían ser utilizados como progenitores donadores de genes de resistencia en programas de mejoramiento, teniendo el cuidado previo de confirmar su resistencia a través de inoculaciones artificiales en el invernadero.

C.- Porcentaje de Proteína en el Grano

El análisis estadístico para el porcentaje de proteína indicó que hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) en el contenido de proteína entre los genotipos analizados. Se pudo observar un rango de variación de 11.3 a 27.5%.

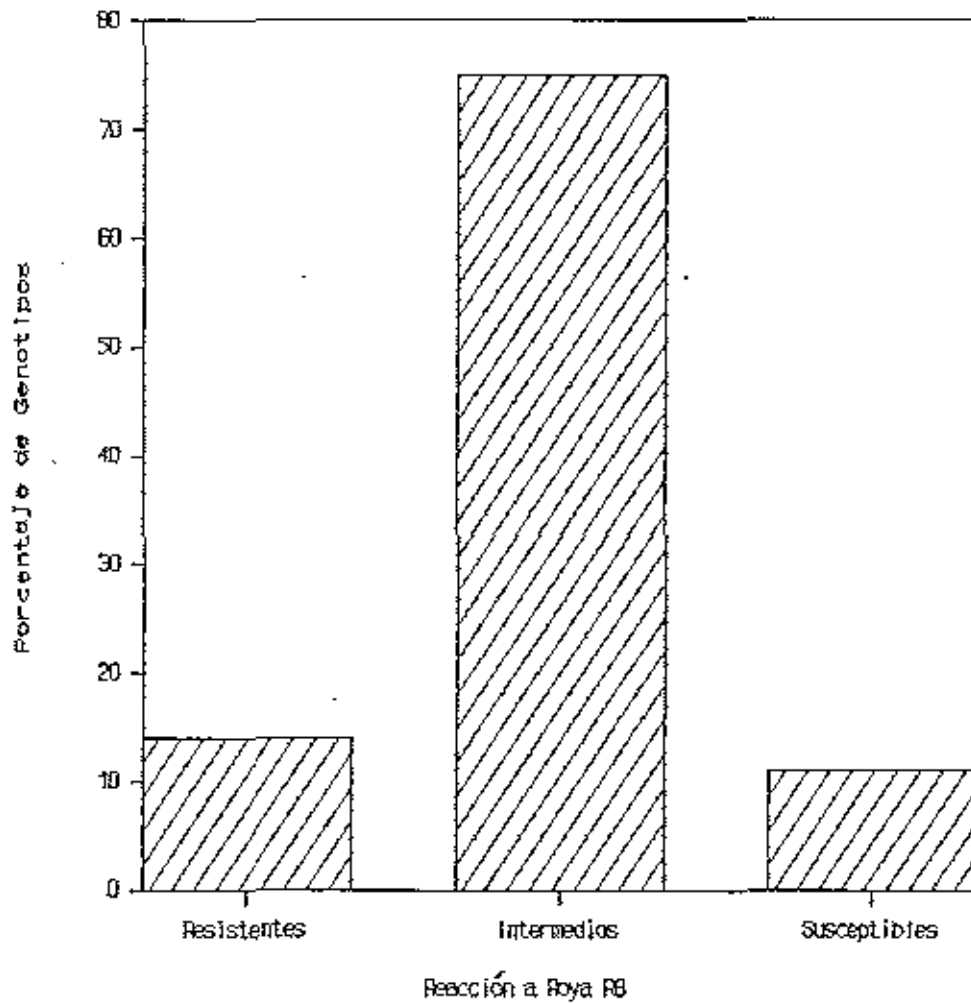


Figura 12.- Distribución de la variabilidad en el germoplasma evaluado para susceptibilidad o resistencia a la roya. El Zamorano, Honduras. 1988.

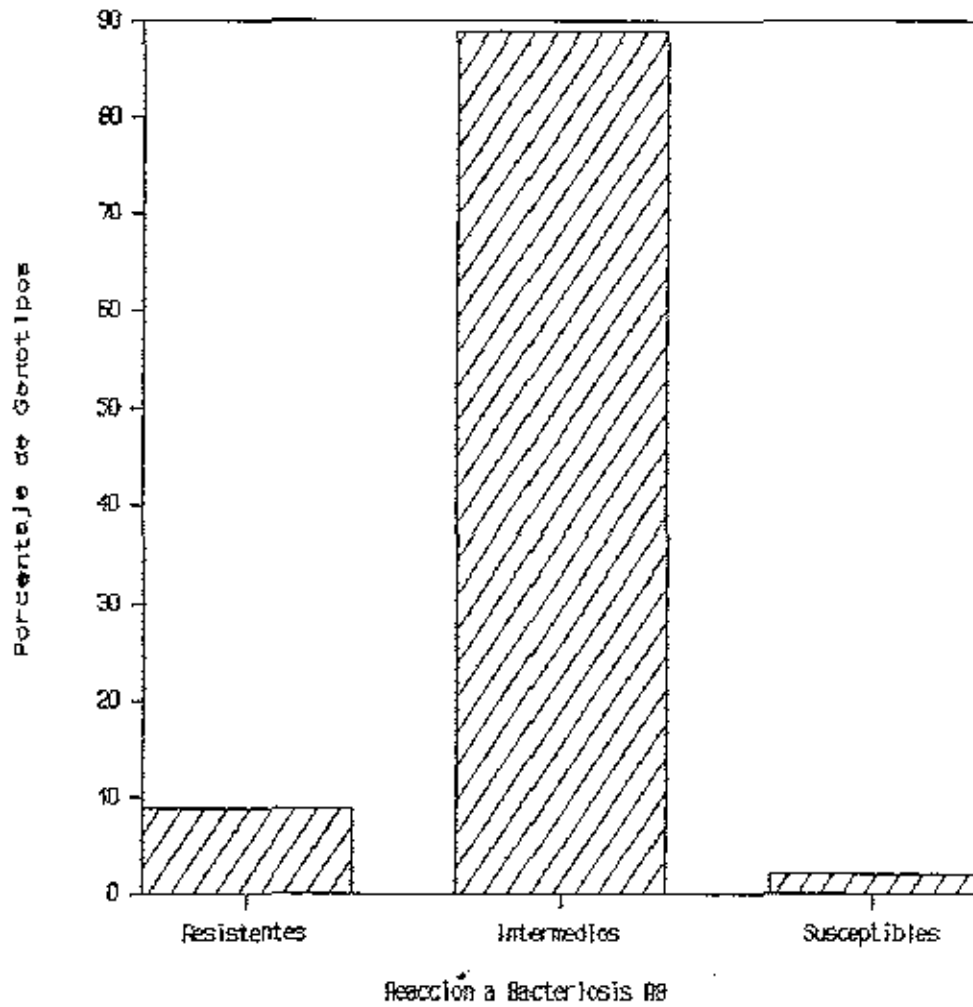


Figura 13.- Distribución de la variabilidad en el germoplasma evaluado para susceptibilidad o resistencia a la bacteriosis común. El Zamorano, Honduras, 1988.

Cuadro 13.- Separación de medias para los genotipos que presentaron resistencia a roya.

Genotipo	Grado de Resistencia	Medias
Tolete Siguatepeque	3	2.14 A*
Selección Antracnosis 32	3	2.14 A
MKI Olanchito	3	2.14 A
Comayagua (EAP66C232)	3	2.15 AB
Zamorano Seleccionado 273	3	2.16 ABC

= Los genotipos que presentan la misma letra no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba DMS al nivel de 1% de probabilidad. La separación de medias se hizo con base en valores transformados según la ecuación $y = \sqrt{x+1}$.

Cuadro 14.- Separación de medias para los genotipos que presentaron resistencia a bacteriosis.

Genotipo	Grado de Resistencia	Medias
Tolete Siguatepeque	3	2.07 A*
Retinto Dulce Nombre de Copán	3	2.16 AB
R-36 Antracnosis	3	2.23 ABC
Mercado Comayagua USA	3	2.23 ABC

= Los genotipos que presentan la misma letra no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba DMS al nivel de 1% de probabilidad. La separación de medias se hizo con base en valores transformados según la ecuación $y = \sqrt{x+1}$.

resultados que son similares al rango establecido porpara el frijol común, que va desde 14.5 a 32%, dependiendo de la variedad. El porcentaje promedio encontrado en los materiales evaluados fue de 17.17% de proteína. Un 69% de los genotipos tuvo un porcentaje de proteína en el grano superior al 15% (Cuadro 10). En el análisis de correlación simple entre el porcentaje de proteína y el rendimiento se encontró una correlación negativa, sin embargo, ésta no fue significativa (Cuadro 12), confirmando hasta cierto punto la existencia de este tipo de correlación observada por Sinha (1978), lo que puede hacer difícil una selección con base en el contenido de proteína y en rendimientos mayores. En la figura 14 se puede observar la variabilidad encontrada en el porcentaje de proteína.

En general, podemos afirmar que es difícil encontrar una colección criolla de germoplasma que reúna todas las características deseadas en un cultivar comercial. El valor de cada material reside en el potencial genético que ofrece normalmente para una o pocas características favorables; esta utilidad a corto plazo hace que su conservación sea prioritaria.

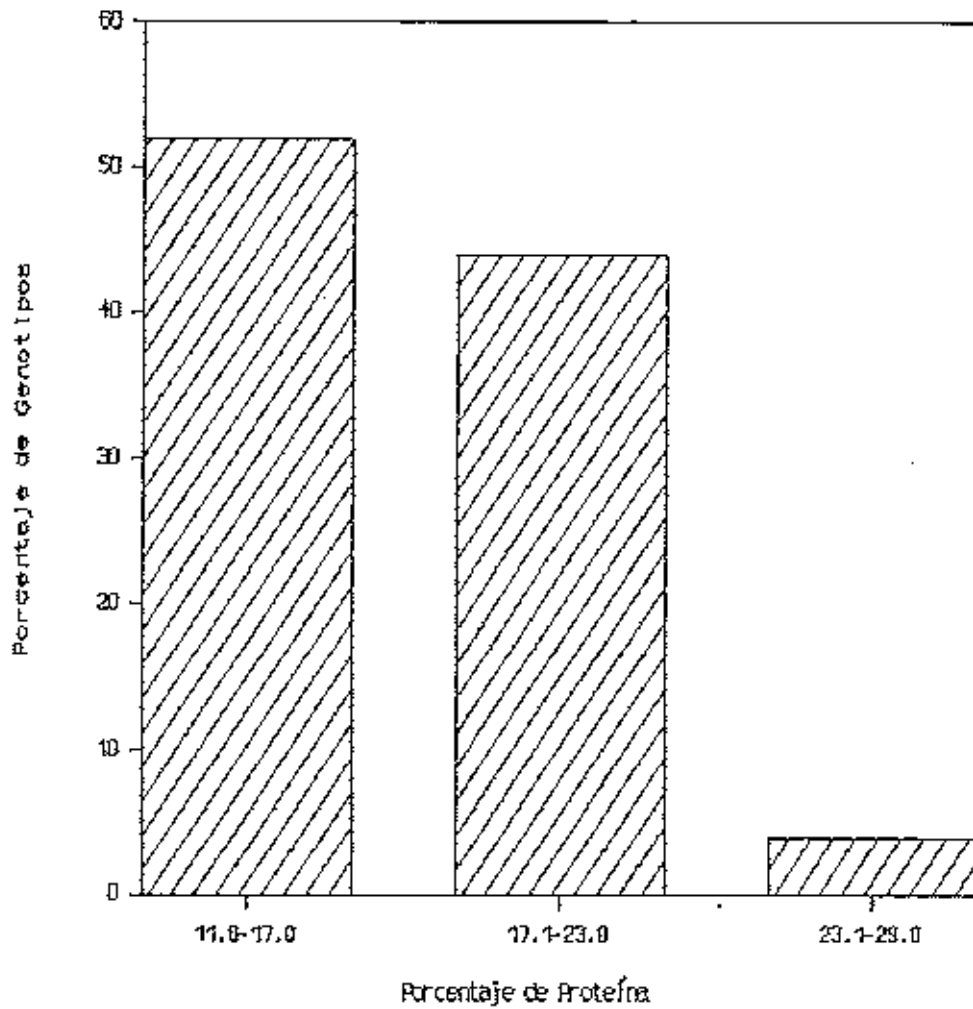


Figura 14.- Distribución de la variabilidad del germoplasma evaluado en cuanto al porcentaje de proteína del grano. El Zamorano, Honduras. 1988.

V.- CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1.- En la mayor parte de los genotipos evaluados se logró confirmar la condición de precocidad inherente a los materiales criollos hodureños, tanto en la característica de días a floración como en la característica de días a madurez fisiológica.

2.- La capacidad de nodulación observada en los materiales criollos evaluados, sugiere la escasa posibilidad de hacer mejoramiento genético en esta característica, si no se utilizan otras fuentes.

3.- El rendimiento observado en estos materiales estuvo influido por la presencia de las enfermedades evaluadas.

4.- La mayoría de los materiales criollos evaluados no representan mucho potencial genético para el mejoramiento para resistencia a enfermedades.

5.- La caracterización y evaluación hecha sobre los mismos materiales en una misma época, hizo difícil la interpretación de los resultados.

6.- En general, la variabilidad existente en algunas características puede ser utilizada en programas de mejoramiento genético que se pretendan llevar a cabo en el futuro.

VI.- RECOMENDACIONES

Partiendo de los resultados, discusión y conclusiones obtenidas podemos hacer las siguientes recomendaciones:

1.- Repetir este ensayo en la época de siembra de primera, tomando en consideración que la expresión del genotipo está influida significativamente por el ambiente, y así, podría confirmarse la expresión genética de los caracteres evaluados en la época de postrera.

2.- Evaluar en la época de primera la colección para susceptibilidad a la bacteriosis común, ya que las condiciones ambientales son más favorables para el desarrollo de esta enfermedad.

3.- Las inoculaciones con uredosporas de roya es más conveniente hacerlas más tarde de lo recomendado (20 días) ya que hasta en la etapa reproductiva RB se empezaron a notar los síntomas. Esto dependerá de las condiciones ambientales prevaletientes. También se podría retrasar la siembra de los materiales, teniendo el cuidado de aplicar riego cuando sea necesario.

4.- La caracterización agronómica del germoplasma, en futuros trabajos, deberá realizarse independientemente de cualquier otra evaluación, especialmente en el caso de enfermedades.

5.- La evaluación de enfermedades deberá realizarse separadamente, seleccionando el periodo de producción del cultivo durante el cual la enfermedad en particular sea más favorecida por las condiciones climáticas.

6.- La capacidad de nodulación de estos materiales criollos evaluados, debe ser reconfirmada por medio del uso de otros métodos de análisis de la FBN como la prueba de Reducción de Acetileno.

VII.- LITERATURA CITADA

- ALVARADO, L.R. 1979. Rendimiento y estabilidad de variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) evaluadas en la región oriental de Honduras. Tesis Ing. Agr. La Ceiba, Honduras. Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH). Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico. 76 p.
- ANDREWS, K.; RUEDA, A. 1987. Control de la babosa en postrera. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. Departamento de Protección Vegetal. 6 p.
- BANEGAS, R. et al. 1975. Proyecto de fomento de la producción de maíz y frijol en el Departamento de El Paraíso. Tegucigalpa, Honduras, Secretaría de Recursos Naturales. 57 p.
- BARKDOLL, A.W. 1982. Rhizobium soil implant inoculation methodology for beans (Phaseolus vulgaris L.) in Honduras. Tesis M. S. Florida, U.S.A. University of Florida. 85 p.
- BRESSANI, R. 1973. Legumes in human diets and how they might be improved. In Milner, M. (ed.). Nutritional improvement of food legumes by breeding. New York, U.S.A., Protein Advisory Group of United Nations. s.p.
- CARDONA, C. et al. 1982. Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. CIAT, Cali, Colombia. Serie CIAT No. 07SB-1 (2da. ed.). 184 p.
- CASTAÑO, J. 1986. Prácticas de laboratorio de fitopatología. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras, Departamento de Protección Vegetal. 45 p.
- CASTAÑO, J.; MONTOYA, C.A.; PASTOR-CORRALES, M.A. 1986. Influencia del tipo de pústula de roya (U. phaseoli (Reben)Wint) sobre el rendimiento de cultivares de frijol (P. vulgaris L.). Ceiba (Honduras) 27(2): 321-335.
- CATIE. 1979. Los recursos genéticos de las plantas cultivadas de América Central. Programa de Recursos Fitogenéticos, CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. s.p.

- CIAT. 1977. Programa de frijol. CIAT. Cali, Colombia. Serie CIAT No. 02S1B-77. p. B-7.
Reimpreso de Programa de frijol. Informe anual del CIAT. 1977.
- CIAT. 1980. Informe anual del programa de frijol. Cali, Colombia, CIAT. Serie CIAT No. 02S83-81. p. 59-61.
- CIAT. 1984. Vivero internacional de roya del frijol. Resultados 1979-1980. Cali, Colombia. CIAT. p. 3-7.
- CIAT. 1987. Standar system for the evaluation of bean germoplasm. Schoonhoven, A. van; Pastor-Corrales, M.A., comps. Cali, Colombia, CIAT. 54 p.
- CHAPMAN, H.D.; PRAT, P.F. 1986. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Trad. del inglés por Agustín Contin. México, D.F., México. Trillas. 193 p.
- CHONAY, J.J.. 1977. Relación de nitrógeno aplicado al suelo y la variación del contenido de proteína en el grano de frijol. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, Facultad de Agronomía. 36 p.
- ESQUINAS, J.T. 1983. Los recursos fitogenéticos una inversión segura para el futuro. 4 ed. Madrid, España, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. 44 p.
- ERAZO, J.D. 1988. Evaluación de genotipos de Phaseolus, bajo condiciones de déficit hídrico en diferentes épocas de siembra. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. Departamento de Agronomía. 33 p.
- FERNANDEZ, H. et al. 1979. Diagnóstico del cultivo de frijol en tres regiones de Honduras. In Memoria de la Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), 28. Tegucigalpa, Honduras. 19 al 23 de marzo de 1979. V.3. p. L42/1-L42/15.
- FREYTAG, G.F.; ZAPATA, M.; ECHAVEZ, R. 1983. Avances en el mejoramiento del frijol para resistencia al tizón común (Xanthomonas) en Puerto Rico. In Memoria de la Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), 29. Panamá, Panamá. 5 al 8 de abril. s.p.
- GALVEZ, B.F. 1975. Instructions for recording rust data for identification of races of Uromyces phaseoli. Phytopathology 53: 456-459.

- GUTIERREZ, U.; INFANTE, M.; PINCHINAT, A. 1975. Situación del cultivo de frijol en América Latina. Cali, Colombia, CIAT-CATIE. Serie No. ES-19, 33 p.
- HONDURAS. 1974. Dirección General de Estadísticas y Censos de Honduras. Censo agropecuario nacional. Tegucigalpa, Honduras. s.p.
- IBPGR. 1982. Descriptors for Phaseolus vulgaris L. Roma, Italia, IBPGR Secretariat. p. 20.
- NISSEN, D. 1984. MSTAT: microcomputer statistical program. Experimental design, data management and data analysis. Michigan, U.S.A., Michigan State University. s.p.
- OSPINA, H.F. 1981. Morfología de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.). Cali, Colombia, CIAT. Serie No. 045B-09.01, 50 p.
- OROZCO, S.H. 1977. El cultivo de frijol en Honduras. PREDIA/FAO, Tegucigalpa, Honduras. 36 p.
- OROZCO, S.H. 1985. Selecciones promisorias de frijol que proponen los programas nacionales para los viveros de adaptación y rendimiento de Centroamérica (VICAR). In Memoria de la Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), 31. San Pedro Sula, Honduras. 16 al 19 de abril. p. 113.
- PASTOR-CORRALES, M.A. 1985. Técnicas, materiales y métodos utilizados en la evaluación de frijol por su reacción a las enfermedades. In Frijol: Investigación y Producción. Ed. por M. López, F. Fernández y A.V. Schoonhoven. Cali, Colombia, CIAT-PNUD, Edit XYZ. p. 157-213.
- PINTO, C.P. 1988. Microorganismos asociados con la babosa del frijol Sarasinula ankillarum (Becker) que causan mortalidad en el laboratorio. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Departamento de Agronomía. 79 p.
- RAMOS, F.T. 1984. Importancia del cultivo de frijol en Honduras. Choluteca, Honduras, Secretaría de Recursos Naturales. 14 p.
- RAMOS, F.T. 1986. Resumen de la situación actual del cultivo de frijol. Problemas, avances y proyecciones para el período 1986-1990. Danlí, Honduras, Secretaría de Recursos Naturales. 30 p.

- REYES, G.A.; AESCHLINANN, J.; RITTENHOUSE, H. 1981. Evaluación de seis variedades de frijol en cuatro zonas del Valle de Comayagua. *In* Memoria de la Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA), 28. San José, Costa Rica. 22 al 26 de marzo de 1982, V.3. s p.
- ROSAS, J.C.; BLISS, F.A. 1986a. Mejoramiento de la capacidad de fijación de nitrógeno en frijol común. *Ceiba* (Honduras) 27(1):95-104.
- ROSAS, J.C.; BLISS, F.A. 1986b. Utilización del potencial de fijación de nitrógeno del frijol común en Centroamérica. *Ceiba* (Honduras) 27(1):105-115.
- ROSAS, J.C. *et al.* 1987. Estrategias de mejoramiento para incrementar la capacidad de fijación biológica de nitrógeno del frijol común en América Latina. *Ceiba* (Honduras) 28(1): 39-57.
- ROSKOSKI, J.P. 1986. Ensayos de selección de cepas y respuesta a la inoculación. *Ceiba* (Honduras) 27(1):147-158.
- SINHA, S.K. 1978. Las leguminosas alimenticias: su distribución, su capacidad de adaptación y biología de los rendimientos. FAO, Roma, Italia. 123 p.
- TORCHELLI, J.C.; NARVAEZ, M. 1980. Los granos básicos en su aspecto económico. Secretaría de Recursos Naturales, Honduras. 99 p.
- VOYSEST, O. 1985. Mejoramiento del frijol por introducción y selección. *In* Frijol: Investigación y Producción. Ed. por M. López, F. Fernández y A.V. Schoonhoven. Cali, Colombia. CIAT-PNUD, Edit. XYZ. p. 61-86.
- YOUNG, R.A.; NUÑEZ, M.A. 1986. Los recursos fitogenéticos de Honduras. *In* Reunión Regional Sobre Recursos Fitogenéticos de Mesoamérica y El Caribe. CATIE. Tomo I. p. 170-207.
- ZULUAGA, S. *et al.* 1987. Investigaciones sobre tolerancia a la sequía en frijol en Honduras. Presentado en el Taller Internacional de Tolerancia a Sequía en Frijol en América Latina. Cali, Colombia. CIAT. Octubre. 24 p.

VIII.- APENDICES

Apéndice 1.- Superficie, producción y rendimiento de frijol en Honduras. *

Año	Superficie Cosechada (ha)	Producción (TM)	Rendimiento (TM/ha)
1980-81	80555	39810	0.49
1981-82	84560	43684	0.54
1982-83	84560	47737	0.56
1983-84	75228	53425	0.71
1984-85	77117	48025	0.62
Promedio	80404	46936	0.58

* Fuente: Ramos (1986).

Apéndice 2.- Distribución del número de explotaciones agrícolas destinadas a la producción de frijol y su importancia relativa.*

Estrato (ha)	Número	Producción (%)
Menos de 5	21700	39.0
5-10	7000	16.1
10-20	5100	14.8
20-50	4000	15.7
más de 50	1700	14.4
Total	39500	100.0

* Fuente: Ramos (1986).

Apéndice 3.- Resultado de los análisis de suelo de la terraza B, donde se efectuó el experimento. El Zamorano, Honduras. 1988.*

% Arena	44
% Limo	32
% Arcilla	24
Textura	Franco
% Nitrógeno	0.4
% Materia orgánica	2.72
P (ppm)	10
K (ppm)	155
pH KCl	4.6

* Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Suelos del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana, EAP, El Zamorano, Honduras. 1988.

Apéndice 4.- Condiciones meteorológicas que imperaron durante el desarrollo del experimento en la estación de la Escuela Agrícola Panamericana, EAP, El Zamorano, Honduras. 1988.

Mes	Temperatura (°C)		Precipitación (mm)
	Mínima	Máxima	
Agosto	19.61	28.60	311.7
Septiembre	19.44	28.32	261.9
Octubre	18.60	28.23	176.9
Noviembre	17.32	28.27	13.3
Diciembre	16.65	26.24	4.7
Promedio	18.32	27.93	153.7

Apéndice 5.- Análisis de varianza para la variable de rendimiento (kg/ha).

Fuente de Variación	g.l. ^a	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Repeticiones	2	317308.96	158654.5	
Trat. sin ajust.	63	6413632.71	101803.7	2.57 **
Error BCA	126	4996909.26	39658.0	
Bloques ajust.	21	1040404.21	49543.1	
Error intrab.	105	3956505.05	37681.0	
Error efectivo	105	4114389.00	39184.7	
Trat. ajust.	63	6263589.77	99422.1	2.54 **
Total	191	11727850.93		

^a g.l. grados de libertad.

** Significativo a $P < 0.01$.

C.V. = 21.03 %

IX.- DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

A.- Nombre: Carlos Fernando Mendoza Molina

B.- Lugar de Nacimiento: Tegucigalpa D.C., Honduras C.A.

C.- Fecha de Nacimiento: 7 de febrero de 1964.

D.- Educación:

Primaria: Instituto Salesiano San Miguel, Tegucigalpa
D.C., Honduras C.A.

Secundaria: Instituto Salesiano San Miguel,
Tegucigalpa D.C., Honduras C.A.

Superior: Escuela Agrícola Panamericana, EAP, El
Zamorano, Honduras.

E.- Titulos Recibidos: Agrónomo, 1987.

F.- Honores Recibidos: Mención Honorífica en la XXXV Reunión
Anual del PCCMCA por trabajo presentado (San
Pedro Sula, Honduras, Abril, 3-7, 1989).