

Evaluación de las pérdidas en rendimiento  
ocasionadas por la mancha angular  
(*Phaeoisariopsis griseola*)  
en frijol común

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura

presentado por

**Fabiola Mayreth Elvir Guevara**

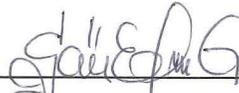
300871

300871

MICROISIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 1998

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



---

Fabjola Mayreth Elvir Guevara

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 1998

## DEDICATORIA

A mis queridos padres Mario y Azucena.

A mis hermanos Mario, Carlos, Gabriela, Tito y Nicolle.

A Rafael.

Al futuro que nos espera como jóvenes latinoamericanos.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por ayudarme a culminar una meta más en mi vida y por darme la fortaleza necesaria en momentos difíciles.

Un eterno agradecimiento a mis padres por el apoyo continuo e incondicional, amor y confianza que siempre me han brindado, a ellos dedico este logro por ser quienes me han ayudado a alcanzar mis metas.

A mis hermanos, por ser un ejemplo para mí, hermanitos este triunfo lo comparto con ustedes.

Al Doctor Juan Carlos Rosas por su gran contribución para la realización de esta tesis, muchas gracias.

A mis asesores por su aporte profesional en el desarrollo de esta investigación.

A las personas que laboran en el Proyecto de Investigación en Frijol, por haber colaborado en las diferentes actividades relacionadas con esta investigación.

A Gisela por su amistad y por los inolvidables momentos compartidos.

A mis amigos: Carlos Carpio, Jorge Abastida, Jorge Medina, Dante, Susi, Gaby, Franklin y Juan, por hacer mejor mi estadía en Zamorano y por brindarme su amistad.

A Rafael por ser siempre quien estuvo a mi lado dándome fuerzas para continuar enseñándome a ser mejor cada día, Gracias mi amor.

### **AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES.**

Al Programa de Investigación en Frijol (PIF) por brindarme los recursos necesarios para realizar mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Al Proyecto UNIR-ZAMORANO por el apoyo prestado para continuar mis estudios de Ingeniería.

Agradezco a la Corporación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) por contribuir financieramente para la realización de mis estudios en el Programa de Agrónomo.

## RESUMEN

Elvir, Fabiola 1998. Evaluación de las pérdidas en rendimiento ocasionadas por la mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) en frijol común. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 25 P.

En Honduras, el frijol común (*Phaseolus vulgaris*) representa un componente importante de la dieta de la población en su mayoría rural. Sin embargo, se reportan rendimientos muy bajos con relación al potencial de este cultivo observado con un manejo adecuado de variedades mejoradas. Las enfermedades son un factor que afectan directamente el rendimiento. La mancha angular causada por el hongo *Phaeoisariopsis griseola*, es una enfermedad que puede llegar a reducir el rendimiento hasta en un 40%. Con esta investigación se pretendió medir las pérdidas en rendimiento ocasionadas por la mancha angular. El ensayo se ubicó en dos localidades, Galeras y Zamorano. La distribución fue hecha con un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial 2x2; se aplicaron dos tratamientos de protección a dos genotipos de frijol, uno resistente (DICTA 150) y otro susceptible (Catrachita). El tratamiento de protección química consistió en darle un manejo óptimo al cultivo con aplicaciones preventivas y calendarizadas de fungicidas y bactericidas. El tratamiento sin protección se utilizó para permitir la reacción diferencial de los genotipos a la incidencia del patógeno, estableciendo de ese modo las diferencias entre el genotipo resistente y el susceptible. Bajo ambos tratamientos de protección, el control de insectos fue óptimo. Se evaluó la severidad de la enfermedad (manchas/vaina) y los componentes de rendimiento vainas/planta y granos/vaina y el rendimiento *per se*. La severidad de la enfermedad fue menor en el genotipo resistente y en todos los casos también fue menor en la parcela con protección química. En general se obtuvieron mejores rendimientos con el genotipo resistente en ambas localidades; este genotipo sólo presentó una reducción en el rendimiento del 12% en la parcela sin protección química. Según los resultados obtenidos, es posible implementar un plan de manejo para el cultivo de frijol usando el genotipo resistente con un uso racional de pesticidas.

**Palabras claves:** resistencia genética, protección química, variedades mejoradas.

## NOTA DE PRENSA

### **Maneje la mancha angular usando variedades mejoradas y aumente sus rendimientos en frijol**

El frijol es un cultivo muy importante, ya que constituye una buena fuente alternativa de proteína vegetal. Es necesario emplear las estrategias de manejo recomendadas más efectivas, para lograr obtener mejores rendimientos. La mancha angular es una enfermedad que ataca al frijol, causada por un hongo y que puede ocasionar pérdidas en el cultivo de hasta un 40%. Debido al daño que ocasiona esta enfermedad, en la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, se realizó un experimento para probar la reacción de variedades mejoradas a la enfermedad.

El estudio estuvo compuesto de dos variedades, una resistente y otra susceptible a la mancha angular. Ambas estuvieron sujetas a dos tipos de manejo de la enfermedad, con y sin protección química. La protección química consistió en aplicaciones preventivas y calendarizadas de fungicidas, bactericidas e insecticidas; mientras que el manejo sin protección consistió en controlar solamente los insectos para de esa forma hacer notar las diferencias en el comportamiento de las variedades ante el ataque de la mancha angular. Los resultados promedio obtenidos fueron en todos los casos mejores para la variedad resistente.

Por otra parte, se pudo observar que la enfermedad se dio de forma más severa cuando se uso la variedad susceptible, por lo que se aconseja hacer uso de variedades resistentes que son una novedad más de las ciencias agrícolas y ofrecen una excelente alternativa de manejo.

## CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Índice de cuadros.....	xi
	Índice de anexos.....	xii
1.	<b>INTRODUCCION</b> .....	1
1.1	Definición del problema.....	1
1.2	Justificación del estudio.....	2
1.3	Objetivo general.....	2
1.4	Objetivos específicos.....	2
2.	<b>REVISION DE LITERATURA</b> .....	3
2.1	Los sistemas de producción.....	3
2.2	La mancha angular del frijol.....	3
2.2.1	Descripción del patógeno.....	4
2.2.2	Sintomatología.....	4
2.2.3	Epidemiología.....	4
2.3	Manejo integrado de la enfermedad.....	5
2.3.1	Manejo cultural.....	5
2.3.2	Manejo químico.....	6
2.2.3	Control genético.....	6
3.	<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	8
3.1	Ubicación.....	8
3.1.1	Localidad de Galeras.....	8
3.1.2	Localidad de Zamorano.....	9
3.2	Diseño experimental.....	10
3.3	Material experimental.....	10
3.4	Campo experimental.....	10

3.5	Tratamientos.....	11
3.6	Metodología.....	11
3.7	Análisis estadístico.....	12
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	13
4.1	Localidad de Galeras.....	13
4.2	Localidad de Zamorano.....	14
5.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	18
6.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	19
7.	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	20
8.	<b>ANEXOS</b> .....	21

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Datos de precipitación (mm) y temperaturas máximas, mínimas y promedio (°C) durante el período de duración del ciclo del cultivo.....	8
2	Resultado del análisis de suelo. Galeras, Departamento de El Paraíso. 1998.....	9
3	Resultado del análisis de suelo. Zamorano, Departamento de Francisco Morazán. 1998.....	10
4	Disposición espacial de los tratamientos.....	11
5	Resultados promedios de número de manchas/vaina, número de vainas/planta, número de granos/vaina y rendimiento obtenido en la localidad de Galeras, Departamento de El Paraíso, por los diferentes tratamientos e interacciones.....	13
6	Resultados promedios de número de manchas/vaina, número de vainas/planta, número de granos/vaina y rendimiento obtenido en la localidad de Zamorano, Departamento de Francisco Morazán, por los diferentes tratamientos e interacciones.....	15
7	Resultados promedios de número de manchas/vaina, vainas/planta, número de granos/vaina y rendimiento (kg/ha)obtenidos en ambas localidades por los diferentes tratamientos e interacciones.....	16

## INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Datos obtenidos de las variables analizadas en la localidad de Galeras, Departamento de El Paraíso.....	21
2	Datos obtenidos de las variables analizadas en la localidad de Zamorano, Departamento de Francisco Morazán.....	21
3	Resultados obtenidos de los pesos en cada parcela según el número de plantas cosechadas. Galeras, Departamento de El Paraíso, 1998.....	22
4	Resultados obtenidos de los pesos en cada parcela según el número de plantas cosechadas. Zamorano, Departamento de Francisco Morazán, 1998.....	22
5	Datos de la incidencia de enfermedades evaluadas (escala 1-9) en la localidad de Galeras, Departamento de El Paraíso, 1998.....	23
6	ANDEVA para las variables dependientes analizadas en Galeras, Departamento de El Paraíso.....	23
7	ANDEVA para las variables dependientes analizadas en Zamorano, Departamento de Francisco Morazán .....	24
8	ANDEVA para las variables dependientes analizadas en Galeras, Departamento de El Paraíso y Zamorano, Departamento de Francisco Morazán.....	24
9	Análisis de correlación entre severidad (manchas/vaina) de la enfermedad y reducción en rendimiento. Galeras, Departamento de El Paraíso, 1998.....	25
10	Análisis de correlación entre severidad (manchas/vaina) de la enfermedad y reducción en rendimiento. Zamorano, Departamento de Francisco de Morazán, 1998.....	25

# 1. INTRODUCCION

## 1.1 DEFINICION DEL PROBLEMA

En Honduras, el frijol común (*Phaseolus vulgaris*) representa un componente importante de la dieta de la mayoría de la población rural. Según la Dirección General de Estadísticas y Censos, en el período 1981-92 se cosecharon anualmente 74,998 ha, con una producción de 42,784 TM. El rendimiento promedio en este período fue de 570 kg/ha, el cual es muy bajo con relación al potencial de este cultivo superior a los 1,500 kg/ha observado en Honduras, con un manejo adecuado de variedades mejoradas. Los bajos rendimientos se deben en parte a una serie de factores limitantes bióticos y abióticos que afectan a la mayoría de variedades comerciales y resultan en una baja productividad a nivel de finca.

Dentro de los factores bióticos, las enfermedades representan un aspecto importante en el manejo del cultivo. La mancha angular, cuyo agente causal es el hongo *Phaeoisariopsis griseola*, es considerada una de las enfermedades de frijol común de mayor importancia económica debido a su amplia distribución geográfica a nivel mundial. Cuando ocurre una infección causada por *P. griseola*, son comunes los síntomas en las hojas que aparecen como lesiones de forma angular delimitadas por las nervaduras. Estas lesiones pueden incrementarse y coalescer sobre la lámina foliar, llegando a cubrir toda el área (Correa *et al.*, 1982). La severidad del daño causado por el hongo varía según las condiciones ambientales, susceptibilidad de la variedad, etapa del cultivo al momento del ataque y virulencia de la raza fisiológica que se presente. El hongo puede transmitirse a través de semilla, y puede sobrevivir en los residuos de las plantas infectadas del cultivo anterior. Se han reportado pérdidas en el rendimiento ocasionadas por esta enfermedad bastante elevadas, alcanzando hasta un 50% en los Estados Unidos, 40-60% en Colombia, y 80% en México (Gálvez y Schwartz, 1980).

El desarrollo de epidemias puede ser afectado por el tipo de sistema agrícola utilizado en la producción de frijol. Moreno (1977; citado por Gálvez y Schwartz, 1980), encontró que la mancha angular era más severa en el frijol cultivado en asociación con maíz (*Zea mays*) que con camote (*Ipomoea batata*), yuca (*Manihot esculenta*), o en monocultivo. Es importante mencionar que el éxito que se obtenga dependerá en parte del sistema de producción que se emplee, ya que este incluye las diferentes prácticas de manejo del cultivo.

## 1.2 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

La planta de frijol atacada por *P. griseola* presenta una defoliación parcial o total, y en las vainas pueden observarse malformaciones y reducción del tamaño. Asimismo, *P. griseola* tiene la capacidad de atravesar la epidermis de la vaina y dañar la semilla, produciendo decoloración y arrugamiento de la testa (Correa *et al.*, 1982). Es evidente que estos síntomas causan un impacto en la producción de frijol, afectando los rendimientos y la calidad del grano, y en consecuencia el abastecimiento familiar y los ingresos de los productores. Este estudio pretende estimar las pérdidas en rendimiento y evaluar la severidad del daño causado por *P. griseola* en variedades de frijol resistentes y susceptibles, para poder estimar el valor de la resistencia genética en el manejo de esta enfermedad. Los tratamientos de manejo basados en protección química, son aplicados como artificio para poder estimar el valor genético del material resistente en comparación con el costo potencial que representaría el uso de pesticidas para proteger variedades comerciales susceptibles. Estimando cuantitativamente el nivel de reducción en rendimiento que causa la mancha angular en las variedades comerciales susceptibles, se podría tener una medida de lo que representa el uso de genes resistentes en el desarrollo de variedades comerciales con mayor resistencia a esta enfermedad.

## 1.3 OBJETIVO GENERAL

Determinar la reducción en el rendimiento ocasionado por *Phaeoisariopsis griseola* en variedades de frijol común, y el valor potencial de la resistencia genética en el desarrollo de variedades comerciales mejoradas.

## 1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.- Evaluar la reacción diferencial de dos genotipos de frijol, uno resistente y otro susceptible, a la incidencia de la mancha angular.
- 2.- Utilizar dos niveles de control químico de la mancha angular para estimar la reducción del rendimiento en los genotipos indicados, y posibles interacciones entre los genotipos y la protección química.
- 3.- Estimar relaciones y/o asociaciones de la severidad de la enfermedad con la reducción del rendimiento.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 LOS SISTEMAS DE PRODUCCION

En Honduras, el mayor porcentaje de la producción de granos básicos está en manos de pequeños agricultores, que utilizan prácticas tradicionales para el manejo de estos cultivos. Estas prácticas en algunos casos son poco eficientes, principalmente si están basadas en tecnologías de bajos insumos que incluyen el uso de variedades criollas de baja resistencia a muchas enfermedades, mecanización deficiente y bajo uso de insumos, incluyendo fertilizantes y pesticidas. Las investigaciones aplicadas y participativas permiten a los agricultores el acceso a nuevas tecnologías con potencial de adaptación a sus condiciones y sistemas de producción. Entre estas tecnologías, el uso de variedades mejoradas con mayor potencial de producción y estabilidad agronómica debido a su mayor resistencia a factores bióticos, y más amplia adaptación a condiciones de estrés de baja fertilidad, sequía y calor, permite el aumento significativo de la productividad del frijol a nivel local. Adicionalmente, el manejo adecuado del cultivo y la producción de semilla sana de variedades mejoradas con rendimiento superior, permiten el incremento y sostenibilidad de la producción a nivel de finca.

### 2.2 LA MANCHA ANGULAR DEL FRIJOL

La mancha angular del frijol es una enfermedad causada por el hongo *Phaeoisariopsis griseola*, cuya distribución geográfica es muy amplia, encontrándose en el trópico y subtropical incluyendo a la mayoría de países productores de frijol de Centro y Sur América, El Caribe y Africa (Gálvez y Schwartz, 1980; Fernández y López, 1985; Pastor-Corrales y Schwartz, 1989; Schoonhoven y Voysest, 1991). Se puede decir entonces que esta enfermedad se ha dispersado por muchos territorios, y debido a su amplia distribución puede ubicarse entre las de mayor importancia en el cultivo del frijol.

Algunos autores consideran que el daño en campos cultivados no es significativo y estiman que la enfermedad es de menor importancia. Aunque la mancha angular no ha recibido la atención y el cuidado dedicados a otras enfermedades, estudios recientes ya están considerando su importancia debido a que puede causar considerables reducciones en campos de producción de frijol (Schoonhoven y Voysest, 1991).

### 2.2.1 Descripción del Patógeno

*Phaeoisariopsis griseola* (previamente conocido como *Isariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris) es un hongo imperfecto de la clase Deuteromycetes, orden Moniliales, familia Stilbaceae (Castaño y Del Río, 1994). Produce en la naturaleza grupos de 8-40 conidióforos, que se unen formando una estructura columnar de color oscuro llamada sinema o coremio, en cuya parte superior se ubican las conidiosporas (Gálvez y Schwartz, 1980; Pastor-Corrales y Schwartz, 1989).

### 2.2.2 Sintomatología

Los síntomas iniciales aparecen en todo el tejido de la planta, aunque son más comunes en las hojas primarias. En un comienzo las manchas se presentan en forma semicircular y las esporas se pueden observar en ambos lados de la hoja, pero a medida que avanza la enfermedad, las manchas adquieren forma angular delimitadas por las nervaduras. Dependiendo de la variedad, estas lesiones pueden presentar un halo clorótico (Gálvez y Schwartz, 1980; Fernández y López, 1985). Inicialmente el color de las manchas es gris o café con márgenes indefinidos; posteriormente se tornan necróticas, cuando ya han adquirido su forma angular típica. A medida que aumenta la severidad de la enfermedad, estas lesiones necróticas se unen cubriendo más área foliar y provocando la defoliación prematura de la planta (Gálvez y Schwartz, 1980; Correa *et al.*, 1982; Fernández y López, 1985).

Es posible encontrar las lesiones iniciales de mancha angular en las hojas trifoliadas (Fernández y López, 1985; Pastor-Corrales y Schwartz 1989). Esto da una idea de lo temprano y severo que puede ser el daño causado por el patógeno, y de la importancia de prevenir su aparición desde las primeras etapas del cultivo. Las vainas de frijol también pueden ser afectadas. Las lesiones en ellas son de forma ovalada o circular, con coloración que varía de café a rojizo y con el borde oscuro (Gálvez y Schwartz, 1980; Fernández y López, 1985). El patógeno ataca las vainas y es capaz de atravesar el tejido vegetal, causando daño a las semillas y reduciendo así su calidad.

### 2.2.3 Epidemiología

El inóculo de *P. griseola* se transmite principalmente a través de residuos de cosecha y semilla contaminada. Inicialmente el patógeno penetra al tejido vegetal a través de los estomas, y luego avanza intercelularmente en el mesófilo y en el tejido del parénquima de empalizada. La infección aparece aproximadamente 6-9 días después. Posteriormente, el hongo avanza intracelularmente a través de las lesiones necróticas (Gálvez y Schwartz, 1980; Fernández y López, 1985). Este proceso se acentúa después de la floración y cuando las vainas se están formando, momentos críticos que pueden afectar significativamente el rendimiento. La semilla de vainas afectadas son infectadas por *P. griseola*, convirtiéndose en fuentes de inóculo primario en la siguiente siembra.

La infección y desarrollo de la enfermedad pueden darse en un rango de temperatura de 16-28 °C, siendo el óptimo 24 °C. Bajo condiciones naturales, el patógeno desarrolla sus estructuras sinema y conidias en un rango óptimo de temperatura de 20-25 °C. Las conidias pueden ser diseminadas por el salpique de la lluvia y a larga distancia por el viento (Gálvez y Schwartz, 1980; Fernández y López, 1985; Pastor-Corrales y Schwartz, 1989).

Existen algunos factores que determinan las pérdidas económicas que esta enfermedad puede causar, entre ellos la susceptibilidad de la variedad, las condiciones ambientales al momento del ataque y la virulencia de la raza que se presente (Fernández y López, 1985). Se ha observado que existe una correlación positiva entre la severidad de la enfermedad y el número de lesiones, por lo que puede contarse el número de lesiones en hojas o en vainas para identificar cultivares resistentes (Schoonhoven y Voysest, 1991). Por la facilidad de esta labor se recomienda cuantificar las lesiones en las vainas, ya que de ese modo se puede estimar fácilmente la severidad de la enfermedad.

## **2.3 MANEJO INTEGRADO DE LA ENFERMEDAD**

Existen diferentes métodos para el manejo de esta enfermedad, cada uno con un aporte individual y diferente, siendo la mejor estrategia la combinación complementaria de las tácticas existentes.

### **2.3.1 Manejo Cultural**

Con esta estrategia se pretende reducir el daño que causa la mancha angular a través de minimizar las fuentes de inóculo primario, principalmente por el uso de semilla contaminada y la presencia de rastros contaminados del cultivo anterior. Se recomienda sembrar semilla libre del patógeno en suelos con buenas condiciones de drenaje, y eliminar todos los residuos de cosecha, que son el principal medio de sobrevivencia del patógeno el cual tiene la capacidad de sobrevivir hasta un año en los mismos (Gálvez y Schwartz, 1980; Fernández y López, 1985; Pastor-Corrales y Schwartz, 1989). Por otro lado, una desinfección adecuada del suelo después de cosechar un cultivo afectado por la enfermedad, puede reducir significativamente la cantidad de inóculo en el suelo. También, es importante identificar las plantas que sirven de hospedero para este hongo, pues una de las prácticas recomendadas es la rotación de cultivos, y para llevar a cabo una plan de rotación adecuado es básico saber que cultivos se pueden incluir en la rotación. Son varios los hospederos alternos de este hongo entre ellos *Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus*, *P. multiflorus*, *Pisum sativum* y *Vigna sinensis*. Aún no se ha confirmado que la soya (*Glycine max*) sirva como hospedero (Gálvez y Schwartz, 1980; Pastor-Corrales y Schwartz, 1989). Se recomienda una rotación de cultivos con un tiempo mínimo de dos años entre siembras de frijol. El uso de estas prácticas puede resultar económico, ya que no se requiere de mucha tecnología para hacerlas efectivas.

### 2.3.2 Manejo Químico

El uso de fungicidas es un buen complemento al manejo cultural. Se recomienda aplicar en las primeras etapas de desarrollo de los síntomas (Fernández y López, 1985). Entre los productos que se han empleado con éxito se mencionan ferbam-azufre adherente, benomil y tiofanato, carbendacina, zineb, maneb, ziram, oxiclورو de cobre y caldo bordeles. Además, en caso de sospechar que algunos lotes de semilla estén contaminados, se puede emplear un tratamiento químico antes de la siembra (Gálvez y Schwartz, 1980).

Gonzales *et al.* (1977; citado por Gálvez y Schwartz, 1980) obtuvo un control económico de la mancha angular haciendo uso de aplicaciones con mancozeb, captafol y metiram, a los 20, 30 y 40 días después de la siembra, respectivamente. Es recomendable, como en todo plan de manejo con productos químicos, rotar los productos usados para disminuir el riesgo de crear resistencia.

### 2.3.3 Control Genético

Este método de control es el más efectivo, pero en muchas ocasiones no está al alcance de todos los productores de frijol, principalmente de aquellos que conservan formas tradicionales de manejo del cultivo como el uso de variedades criollas, las cuales se caracterizan por carecer de resistencia a condiciones adversas como baja fertilidad, sequía, bajos insumos y ataque de enfermedades. La resistencia varietal a la mancha angular fue detectada por primera vez por Gardner y Mains (1929; citados por Schoonhoven y Voysest, 1991), quienes reportaron que la variedad Kentucky Wonder fue la más resistente entre 40 variedades de frijol común evaluadas bajo condiciones de invernadero. Otros cultivares han sido identificados con una reacción intermedia o resistente a la enfermedad, como Jalo EEP 558, BAT 76, BAT 1647 y A 235, todos estos materiales probados en Colombia y Brasil.

La herencia de la resistencia es conferida por genes recesivos y dominantes, dependiendo del cultivar que se haya usado como padre. Santos-Filho *et al.* (1976; citados por Pastor-Corrales y Schwartz, 1989), reportaron que la resistencia de Caraota 260 es controlada por un sólo gen recesivo. Cardona (1962; citado por Schoonhoven y Voysest, 1991), reportó que la resistencia está controlada por un sólo gen dominante, pero que es posible que existan muchos mecanismos de resistencia a *Phaeoisariopsis griseola* en frijol, por lo que puede existir variabilidad entre los resultados.

Para ayudar a identificar nuevas fuentes de resistencia a mancha angular, el Programa de Frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ha distribuido pruebas entre los investigadores interesados de Latinoamérica y Africa, para detectar la mancha angular en frijol (BALSIT). En los resultados se mencionan cultivares y líneas que han presentado excelentes niveles de resistencia a la mancha angular en diferentes países, entre los que podemos citar los siguientes: A 75, A 140, A 152, A 175, A 197, A 382, BAT 67, BAT 76, BAT 431, BAT 1458, entre otros (Pastor-Corrales y Schwartz, 1989).

Entre las fuentes de resistencia provenientes de un vivero de mancha angular identificadas por CIAT, se mencionan las siguientes: AFR 702, AFR 703, AFR 735, AND 1056, BRB 190, CAL 173, G 00855, G 04691, G 05207, G 06727, G 08152, G 22447, entre otras. Recientemente, se han identificado fuentes de germoplasma y líneas avanzadas resistentes a mancha angular en evaluaciones realizadas en Costa Rica y Honduras (ProFrijol, 1997); algunas de estas fuentes están siendo utilizadas en Zamorano.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACION

El ensayo se llevó a cabo en dos localidades. Un ensayo con manejo tradicional se ubicó en un suelo de ladera en la comunidad de Galeras, municipio de Güinope, Departamento de El Paraíso, en el terreno del agricultor Wilfredo Flores, ubicado a 800 msnm y con una temperatura promedio de 23 °C. El segundo ensayo se ubicó en terrenos de producción denominados Terraza 5 de La Vega 1 de Monte Redondo, de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada a 803 msnm, sobre la carretera a Danlí.

Durante el período en que se desarrolló el experimento, las lluvias y temperaturas variaron relativamente, como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Datos de precipitación (mm) y temperaturas máximas, mínimas y promedio (°C) durante el período de duración del ciclo del cultivo. Zamorano, 1998.

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
Precipitación	228.0	133.2	272.7	202.7	836.6
Temperatura máxima	33.7	30.7	29.3	29.2	
mínima	24.8	26.1	23.5	20.1	
promedio	29.3	28.4	26.4	24.6	

Fuente: Estación Meteorológica, Zamorano.

#### 3.1.1 Localidad de Galeras

La parcela ubicada en Galeras se sembró el 30 de mayo de 1998, bajo las condiciones típicas de los agricultores de la zona, es decir baja tecnología, terrenos de ladera y con baja fertilidad. La preparación del suelo se hizo con tracción animal, sembrando con

un arreglo espacial de 50 cm entre hileras y 10 cm entre plantas, colocando dos semillas por postura. Una semana después de la siembra (SDS), se hizo un raleo para dejar una planta por postura, resultando en una densidad final de 200,000 plantas/ha. La fertilización se realizó al momento de la siembra con 150 kg/ha de la fórmula 18-46-0; a los 12 días después de la siembra (DDS), se suplementó con urea en cantidades de 50 kg de N/ha, realizando al mismo tiempo la labor de deshierba y aporque del cultivo. Los requerimientos de agua adicionales a la lluvia fueron suplidos con riego por gravedad (artesanal). El análisis de suelo de esta localidad se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resultado del análisis de suelo. Galeras, Departamento de El Paraíso, 1998.

pH (H <sub>2</sub> O)	% M.O	% N total	P ppm (disponible)	K ppm (disponible)
FA 4.80	B 1.48	B 0.05	B 3	A 159

Fuente: Laboratorio de Suelos de Zamorano.

Interpretación:

A= Alto  
M= Medio  
B= Bajo

pH: FA= Fuertemente Acido

### 3.1.2 Localidad de Zamorano

La parcela ubicada en Zamorano en el predio denominado "La Vega", se sembró el 10 de junio de 1998, bajo condiciones de tecnología adecuada. El suelo se preparó con la maquinaria requerida (un pase de arado y dos de rastra), y se sembró con un arreglo espacial de 70 cm entre hileras y 10 cm entre plantas, resultando en una densidad final de 142,857 plantas/ha. Esta densidad es la comúnmente usada en los campos experimentales de Zamorano en la época de primera. Se suplieron los requerimientos de fertilización con una aplicación de 150 kg/ha de la fórmula 18-46-0 al momento de la siembra, y con una aplicación complementaria de 50 kg de N/ha utilizando Urea, a los 12 DDS. El control de malezas se realizó con Erradicane<sup>®</sup> (EPTC) utilizando una dosis de 8 l/ha. El requerimiento de agua fue suplido por la lluvia, complementado con riego por aspersión.

Debido a que en esta localidad no hubo una incidencia deseable de mancha angular, fue necesario inocular utilizando una solución preparada a partir de hojas y vainas de frijol infectadas con el hongo. Las hojas y vainas de aproximadamente 100 plantas recolectadas en lotes infectados fueron licuadas, mezcladas con agua (300 ml aproximadamente) y finalmente coladas para obtener una solución diluida. La solución fue asperjada sobre el campo experimental utilizando una bomba de aplicación manual. Esta inoculación se realizó a los 44 DDS, apareciendo los síntomas 15 días después de la aplicación. Los resultados del análisis de suelo de esta localidad se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Resultado del análisis de suelo Zamorano, Departamento de Francisco Morazán 1998.

pH (H <sub>2</sub> O)	% M.O	P ppm (disponible)	K ppm (disponible)
MA 5.83	B 2.89	M 20	A 197

Fuente: Proyecto Tolerancia a Sequía y Altas Temperaturas, Profrijol (1994).  
Análisis en el Laboratorio de Suelos de Zamorano.

Interpretación:

A= Alto                      pH : MA= Moderadamente Acido  
M= Medio  
B= Bajo

### 3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Se usaron dos genotipos de frijol: la línea DICTA 150, seleccionada entre los materiales evaluados en el Vivero de Adaptación Centroamericano (VIDAC-97) por su resistencia a la enfermedad; y Catrachita, variedad comercial liberada en 1987 en Honduras, que presenta la característica de susceptibilidad y es muy difundida en las zonas aledañas a Zamorano donde se cultiva frijol y en el Municipio de Güinope incluyendo a Galeras. Ambas variedades son de grano rojo pequeño, raza Mesoamericana, cultivadas y comercializadas en países como Honduras, Nicaragua y El Salvador.

### 3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para establecer el ensayo se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en un arreglo factorial 2x2 con dos niveles en cada factor. Un factor fue la protección química, con los niveles de protección y no protección; y el otro factor estuvo compuesto por dos genotipos, uno resistente y otro susceptible. Para facilitar el manejo y obtener resultados más confiables, se consideró en cada localidad la dirección del viento para ubicar las parcelas y reducir al mínimo la interferencia por deriva del producto aplicado, estableciendo el tratamiento con protección química en las últimas parcelas en contra de la dirección del viento. En el Cuadro 4 se presenta la disposición espacial de los tratamientos.

Cuadro 4. Disposición espacial de los tratamientos evaluados

Diseño	BCA (Arreglo Factorial 2x2)
N° de repeticiones	4
N° de tratamientos	4
N° de variedades	2
Surcos/parcela	4
Parcela útil	2 surcos centrales
Longitud /surco	5 m
Distancia entre surcos	0.7 m (Zamorano) ; 0.5 m (Galeras)
Distancia entre plantas	0.1 m

### 3.4 CAMPO EXPERIMENTAL

Cada campo experimental ocupó un área total de 250 m<sup>2</sup> (25 m de ancho x 10 m de largo). El área protegida ocupó la mitad del campo experimental, y la otra mitad la ocupó la parte no protegida. La unidad experimental estuvo compuesta de cuatro surcos de 5 m de largo, de los cuales se usaron como parcela útil los dos centrales, que cubrían un área de 5 m<sup>2</sup> y 7 m<sup>2</sup> en Galeras y Zamorano, respectivamente. De esta parcela se recolectaron todas las plantas para hacer las evaluaciones requeridas.

### 3.5 TRATAMIENTOS

Se aplicaron dos tratamientos de protección a dos genotipos de frijol, uno resistente y otro susceptible. El tratamiento con protección química consistió en darle un manejo óptimo al cultivo con aplicaciones preventivas y calendarizadas de fungicidas y bactericidas, con el fin de prevenir la mancha angular o limitar su desarrollo. El tratamiento sin protección se utilizó para permitir la reacción diferencial de los genotipos a la incidencia del patógeno, por lo que solamente se realizaron controles de insectos según su incidencia.

Las protecciones con fungicidas y bactericidas se hicieron simultáneamente, comenzando con la aplicación del fungicida preventivo Dithane<sup>®</sup> (mancozeb) a la tercera SDS. En la localidad de Galeras se hicieron en total 3 aplicaciones (una cada semana) del fungicida preventivo usando dosis de 2-3 kg/ha; mientras que en Zamorano las aplicaciones de fungicida preventivo fueron 5, ya que los síntomas de mancha angular se presentaron en forma más tardía. Una vez que la enfermedad se presentó en el cultivo (aproximadamente a los 45 DDS en Galeras y 60 DDS en Zamorano) se usó el fungicida curativo Benlate<sup>®</sup> (benomil), en dosis de 0.25-0.5 kg/ha. Estas aplicaciones se realizaron semanalmente. El bactericida usado durante todo el ensayo fue Agrimicin<sup>®</sup> (sulfato de cobre y oxitetraciclina), el cual se aplicó únicamente a la parte protegida porque además de bactericida tiene propiedades fungicidas. La dosis usada fue de 0.6 kg/ha.

El control de insectos se realizó en todo el campo experimental usando los insecticidas Perfekthion<sup>®</sup> (dimetoato), MTD<sup>®</sup> (metamidofos) y Danitol<sup>®</sup> (fenpropatrina), en dosis comerciales.

### 3.6 METODOLOGIA

Para evaluar la severidad de la mancha angular se cuantificó las manchas presentes en las vainas de frijol. También se realizó una evaluación de la incidencia y severidad de otras enfermedades en Galeras (Anexo 5), mientras que en Zamorano la evaluación fue informal. Adicionalmente, se evaluó los siguientes componentes que determinan el rendimiento:

**Plantas cosechadas:** se contaron las plantas cosechadas en las dos hileras centrales (parcela útil).

**Número de vainas por planta:** del grupo de plantas cosechadas se tomaron 15 al azar, con las que se estimó el número promedio de vainas por planta.

**Número de granos por vaina:** de las mismas 15 plantas se eligieron al azar 20 vainas, con las que estimó el número promedio de granos por vaina.

**Peso total de los granos:** se pesó la muestra total de los granos resultantes de las plantas cosechadas en la parcela útil.

**Rendimiento (kg/ha):** se estimó con base en el peso obtenido en la parcela útil, convirtiendo esa cantidad a kg/ha.

### 3.7 ANALISIS ESTADISTICO

Para analizar los datos se usó el programa "Statistical Analysis System" (SAS<sup>®</sup> v6.12), utilizando un modelo factorial 2x2. Las variables analizadas fueron manchas/vaina vainas/planta, granos/vaina y rendimiento. Se hizo el ajuste por covarianza del rendimiento utilizando el número de plantas cosechadas como covariable. Además, se realizó una correlación entre severidad de la enfermedad (manchas/vaina) y la reducción en el rendimiento. El nivel de significancia utilizado en esta investigación fue ( $P \geq 0.1$ ).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 LOCALIDAD DE GALERAS

La localidad de Galeras se caracterizó por presentar las condiciones típicas de los pequeños agricultores en esta localidad. Esto afectó directamente los rendimientos obtenidos, en comparación con la localidad de Zamorano en donde la productividad alcanzada fue superior. En el Cuadro 5 se presentan los resultados de las variables analizadas en el ensayo conducido en Galeras.

Cuadro 5. Resultados promedios de número de manchas/vaina, número de vainas/planta, número de granos/vaina y rendimiento, obtenidos en la localidad de Galeras, Departamento de El Paraíso, por los diferentes tratamientos e interacciones.

Factores	Manchas/vaina	Nº vainas/planta	Nº granos/vaina	Rendimiento (kg/ha)
<b>Protección</b>				
Con protec. (P)	0.6	26.8	5.7	1298
Sin protec. (NP)	1.1	25.4	5.8	1418
Significancia	0.363	0.562	0.723	0.150
<b>Genotipos</b>				
Resistente (R)	0.9	33.1	6.2	1716
Susceptible (S)	0.7	19.2	5.2	1000
Significancia	0.658	0.008**	0.015**	0.014**
<b>Interacciones</b>				
P x R	0.2	33.4	6.5	1752
P x S	1.0	20.2	4.9	988
NP x R	0.4	32.8	6.0	1657
NP x S	1.7	18.1	5.6	1036
Significancia	0.115	0.746	0.053**	0.527

\* Significativo ( $P \geq 0.1$ ).

(0.4)

\*\* Altamente significativo ( $P \geq 0.05$ )

SNK (5%)

En esta localidad no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de protección y no-protección, con respecto a todas las variables analizadas. Estos resultados estuvieron sujetos a una serie de factores ambientales, como temperatura, humedad relativa y precipitación, pudiendo causar estos que las diferencias fueran no significativas en el análisis estadístico, debido al aumento de la variación y del error experimental. Se observaron diferencias significativas entre los genotipos en el

número de vainas cosechadas por planta. En el genotipo resistente (DICTA 150), el número de vainas fue 42% superior al obtenido por la variedad susceptible (Catrachita). Así mismo, el genotipo resistente obtuvo en promedio un 16% más granos/vaina que el susceptible. El genotipo susceptible Catrachita registró una reducción en el rendimiento de casi 42% en comparación al genotipo resistente. Resultados obtenidos en otros experimentos con mancha angular reportan pérdidas en rendimiento similares, desde 40% en Estados Unidos hasta un máximo de 80% en México (Galvez y Schwartz, 1980). Estos resultados dan una idea de lo favorable que puede resultar el uso de una variedad que se adapte mejor a condiciones adversas, en este caso al ataque de mancha angular, dado que la incidencia de enfermedades es un factor limitante para el normal desarrollo del cultivo y una importante causa de sus bajos rendimientos. En el caso de las interacciones, se puede observar que solamente la variable granos/vaina resultó significativa, obteniendo el mayor número de granos la interacción de los factores Protegido x Resistente. Ello sugiere que aún en variedades resistentes, es posible aumentar el número promedio de granos obtenidos/vaina con aplicaciones adecuadas de productos químicos. El análisis de correlación para esta localidad resultó en una relación inversa, es decir que a mayor presencia de manchas el rendimiento obtenido fue menor; sin embargo la probabilidad de que esto ocurra no fue significativa ( $P \geq 0.547$ ).

#### **4.2 LOCALIDAD DE ZAMORANO**

En la localidad de Zamorano, hubo condiciones más apropiadas para el desarrollo del cultivo en comparación a Galeras. En este campo experimental, los síntomas de mancha angular se presentaron en una etapa de desarrollo más avanzada que en Galeras (aproximadamente 14 días de diferencia entre localidades). Esto favoreció los resultados finales, obteniéndose mejores rendimientos en Zamorano, pues como se mencionó anteriormente la aparición tardía de la enfermedad puede resultar en menores pérdidas de rendimiento, y además contribuye a obtener una cosecha de mejor calidad. El Cuadro 6 muestra los resultados obtenidos en esta localidad.

Cuadro 6. Resultados promedios de número de manchas/vaina, número de vainas/planta, número de granos/vaina y rendimiento obtenidos en la localidad de Zamorano, Departamento de Francisco Morazán, por los diferentes tratamientos e interacciones.

Factores	Manchas/vaina	N°vainas/planta	N°granos/vaina	Rendimiento (kg/ha)
<b>Protección</b>				
Con protec. (P)	0.3	18.0	5.4	2830
Sin protec. (NP)	1.1	14.1	6.1	3001
Significancia	0.010*	0.014*	0.429	0.773
<b>Genotipos</b>				
Resistente (R)	0.7	20.5	6.2	3240
Susceptible (S)	0.8	11.6	5.7	2592
Significancia	0.418	0.001**	0.210	0.318
<b>Interacciones</b>				
P x R	0.2	23.0	6.0	3198
P x S	0.5	13.0	5.6	3139
NP x R	1.0	18.1	6.4	2952
NP x S	1.1	10.2	5.8	2373
Significancia	0.558	0.262	0.768	0.968

\* Significativo ( $P \geq 0.1$ ).

\*\* Altamente significativo ( $P \geq 0.05$ )

En relación a los tratamientos de protección química, en la parcela no protegida la enfermedad (manchas necróticas en vainas), se presentó con un 70% más de severidad en comparación con la parcela protegida. Este resultado sugiere que sí existió efecto del tratamiento de protección, y que las aplicaciones de fungicida reducen considerablemente la severidad de la enfermedad estimada en el número de lesiones/vaina. Los resultados obtenidos también fueron estadísticamente significativos para el número de vainas/planta, donde el tratamiento protegido sobrepasó en un 22% al no protegido. Esta diferencia se atribuye a que el efecto de la protección química permitió reducir los efectos de la enfermedad, logrando a través de las aplicaciones obtener más vainas al momento de la cosecha. Como se mencionó, esta enfermedad se presenta de forma más severa durante la floración y formación de fruto, afectando finalmente el número promedio de vainas/planta obtenidas. El efecto de los genotipos sobre la variable vainas/planta fue altamente significativo. La diferencia porcentual en el número de vainas obtenidas fue de 43% mayor en el genotipo resistente con respecto al susceptible. Partiendo de esto se observa el efecto del genotipo en el número de vainas cosechadas, demostrando que la variedad resistente fue capaz de producir más vainas/planta aún en presencia de la enfermedad. Pese a ello, las diferencias en rendimiento expresadas con base en el número de vainas/planta no fueron significativas.

Las interacciones en esta localidad no fueron significativas, sin embargo se reportan mejores valores de rendimiento cuando se utilizó el genotipo resistente bajo protección química. Adicionalmente se observó que la severidad de la enfermedad fue mayor cuando se empleó el genotipo susceptible sin ninguna protección de fungicidas.

El análisis de correlación para Zamorano dio como resultado una relación inversa pero no significativa ( $P \geq 0.199$ ), entre la presencia de manchas y el rendimiento, resultado similar al obtenido en la localidad de Galeras. Los resultados obtenidos en el análisis combinado de las dos localidades, se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Resultados promedios de número de manchas/vaina, número de vainas/planta, número de granos/vaina y rendimiento (kg/ha) obtenidos en ambas localidades por los diferentes tratamientos e interacciones.

Factores	Manchas/vaina	Nºvainas/planta	Nºgranos/vaina	Rendimiento kg/ha
<b>Localidad</b>				
Galeras (G)	0.6	26.1	5.7	1358
Zamorano (Z)	0.8	16.1	5.9	2916
Significancia	0.807	0.0001**	0.404	0.0001**
<b>Protección</b>				
Con protec. (P)	0.5	22.4	5.9	2064
Sin protec. (NP)	1.1	19.8	5.7	2210
Significancia	0.102*	0.104*	0.437	0.518
<b>Genotipos</b>				
Resistente (R)	0.8	26.8	6.2	2478
Susceptible (S)	0.8	15.4	5.4	1796
Significancia	0.886	0.0001**	0.006**	0.085*
<b>Interacciones</b>				
G x P x R	0.5	26.8	6.2	2339
G x P x S	0.8	19.8	5.7	2307
G x NP x R	0.8	22.4	5.9	2048
G x NP x S	1.1	15.4	5.5	1853
Significancia	0.718	0.427	0.647	0.483
Z x P x R	0.4	22.5	6.23	2210
Z x P x S	1.0	21.7	6.06	2158
Z x NP x R	0.7	20.1	5.52	2115
Z x NP x S	1.0	20.1	5.46	2064
Significancia	0.633	0.119	0.309	0.596

\* Significativo ( $P \geq 0.1$ ).

\*\* Altamente significativo ( $P \geq 0.05$ )

Puede apreciarse que para la variable número de vainas/planta hubo diferencia altamente significativa entre localidades, obteniéndose un promedio 39% superior en la localidad de Galeras. Pese a ello, se reportaron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento obtenido en cada localidad, siendo mayor el rendimiento en el Zamorano, con 1558 kg/ha más que en Galeras. Los factores a los que se pueden atribuir dichas diferencias son varios, incluyendo el efecto de tuvo la infección de la enfermedad sobre las vainas, ya que en los granos provenientes de dichas vainas se pudo observar un arrugamiento y decoloración de la testa, reduciendo así su tamaño y peso final, y su rendimiento. Otro factor influyente pudieron ser las condiciones ambientales y de terreno en que se desarrolló el cultivo, que fueron más favorables en Zamorano. Por otra parte, es importante mencionar que los síntomas de mancha angular aparecieron antes en Galeras. En esta localidad se observó que al presentarse más temprano la enfermedad, las pérdidas

El análisis de correlación para Zamorano dio como resultado una relación inversa pero no significativa ( $P \geq 0.199$ ), entre la presencia de manchas y el rendimiento, resultado similar al obtenido en la localidad de Galeras. Los resultados obtenidos en el análisis combinado de las dos localidades, se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Resultados promedios de número de manchas/, número de vainas/planta, número de granos/vaina y rendimiento (kg/ha) obtenidos en ambas localidades por los diferentes tratamientos e interacciones.

Factores	Manchas/vaina	Nºvainas/planta	Nºgranos/vaina	Rendimiento kg/ha
<b>Localidad</b>				
Galeras (G)	0.6	26.1	5.7	1358
Zamorano (Z)	0.8	16.1	5.9	2916
Significancia	0.807	0.0001**	0.404	0.0001**
<b>Protección</b>				
Con protec. (P)	0.5	22.4	5.9	2064
Sin protec. (NP)	1.1	19.8	5.7	2210
Significancia	0.102*	0.104*	0.437	0.518
<b>Genotipos</b>				
Resistente (R)	0.8	26.8	6.2	2478
Susceptible (S)	0.8	15.4	5.4	1796
Significancia	0.886	0.0001**	0.006**	0.085*
<b>Interacciones</b>				
G x P x R	0.5	26.8	6.2	2339
G x P x S	0.8	19.8	5.7	2307
G x NP x R	0.8	22.4	5.9	2048
G x NP x S	1.1	15.4	5.5	1853
Significancia	0.718	0.427	0.647	0.483
Z x P x R	0.4	22.5	6.23	2210
Z x P x S	1.0	21.7	6.06	2158
Z x NP x R	0.7	20.1	5.52	2115
Z x NP x S	1.0	20.1	5.46	2064
Significancia	0.633	0.119	0.309	0.596

\* Significativo ( $P \geq 0.1$ ).

\*\* Altamente significativo ( $P \geq 0.05$ )

Puede apreciarse que para la variable número de vainas/planta hubo diferencia altamente significativa entre localidades, obteniéndose un promedio 39% superior en la localidad de Galeras. Pese a ello, se reportaron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento obtenido en cada localidad, siendo mayor el rendimiento en el Zamorano, con 1558 kg/ha más que en Galeras. Los factores a los que se pueden atribuir dichas diferencias son varios, incluyendo el efecto de tuvo la infección de la enfermedad sobre las vainas, ya que en los granos provenientes de dichas vainas se pudo observar un arrugamiento y decoloración de la testa, reduciendo así su tamaño y peso final, y su rendimiento. Otro factor influyente pudieron ser las condiciones ambientales y de terreno en que se desarrolló el cultivo, que fueron más favorables en Zamorano. Por otra parte, es importante mencionar que los síntomas de mancha angular aparecieron antes en Galeras. En esta localidad se observó que al presentarse más temprano la enfermedad, las pérdidas

en el rendimiento fueron mayores. Además, la incidencia de otras enfermedades como la mancha redonda (*Chaetoseptoria wellmanii*), mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*), bacteriosis (*Xanthomonas campestris*) y mosaico dorado (VMDF) pv. phaseoli fue superior en Galeras (Anexo 5), pudiendo esto contribuir adicionalmente a la reducción del rendimiento.

Dentro de los factores analizados, la protección mostró diferencias significativas para la variable número de manchas/vaina, presentándose la enfermedad de forma más severa en la parcela sin protección química. Adicionalmente, la variable número de vainas/planta también fue significativa, obteniendo más vainas/planta en el tratamiento con protección.

Los genotipos mostraron diferencias significativas para las variables número de vainas/planta y de granos/vaina, obteniéndose mejores promedios con el genotipo resistente. También se reportaron diferencias significativas entre los rendimientos promedio, siendo mayor el del genotipo resistente con una diferencia de 682 kg/ha.

En las interacciones entre los factores evaluados, los valores de vainas/planta, granos/vaina y rendimiento fueron más altos con la protección química y genotipo resistente; y el número de manchas/vaina sin la protección química y el genotipo susceptible. Sin embargo, estos valores no fueron estadísticamente significativos.

## 5. CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos en este estudio, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

1. Los resultados indican diferencias en el comportamiento de los genotipos con respecto a su reacción a la mancha angular y a los efectos de esta enfermedad sobre el rendimiento.
2. Los síntomas de mancha angular se presentaron más tarde en la localidad de Zamorano y por ello se obtuvieron mejores rendimientos que en Galeras. Adicionalmente, las condiciones de desarrollo del cultivo fueron más adecuadas que en Galeras donde hubo incidencia de otras enfermedades, contribuyendo de ese modo a obtener valores de rendimiento diferentes entre estas localidades.
3. El daño que la mancha angular causa en las vainas y granos de frijol, puede reducir en gran medida el rendimiento y la calidad de la cosecha (aparición, peso, color y valor comercial del grano).
4. La resistencia genética permite reducir los daños de la enfermedad y sus efectos en el rendimiento, por lo que es necesario dar a conocer los recursos de resistencia que existen, ya que a través de estos se puede mejorar considerablemente el rendimiento promedio actual característico de los productores de frijol.
5. El éxito de control que se obtenga dependerá de la integración de las diferentes tácticas existentes, ya que no es suficiente concentrar esfuerzos en la implementación de un sólo método de control.

## 6. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda repetir el experimento durante el período de postrera, con el fin de conocer el desempeño de estos genotipos ante diferentes condiciones ambientales, como temperatura, humedad relativa, precipitación, etc.
2. Se recomienda incluir en próximos ensayos una evaluación de las plagas insectiles que afecten el rendimiento y una evaluación más específica de otras enfermedades, y además procurar reducir al mínimo la influencia de factores agronómicos y climáticos que alteren los datos obtenidos.
3. En próximos ensayos similares al presente, puede elaborarse un análisis económico que determine la rentabilidad de usar protección química en un genotipo resistente y en uno susceptible, para poder combinar criterios y recomendar que combinación es más rentable y favorable en términos económicos y agronómicos.
4. Es necesario realizar más investigaciones sobre el comportamiento de la mancha angular, ya que las pérdidas en rendimiento que esta puede causar en campos cultivados con frijol pueden alcanzar cifras importantes.

## 7. BIBLIOGRAFIA

CASTAÑO, J.; DEL RIO, L. 1994. Guía para el diagnóstico y control de enfermedades de cultivos de importancia económica. 3 ed. El Zamorano, Honduras, Centro de Recursos Didácticos (CERED), Publicación DPV-EAP. 290 p.

CORREA, F.; PASTOR-CORRALES, M.; SCHWARTZ, H. 1982. La mancha angular del frijol y su control. Cali, Colombia. CIAT. 22 p.

FERNANDEZ, F.; LOPEZ, M. 1985. FRIJOL: Investigación y Producción. Cali, Colombia. CIAT. 417 p.

GALVEZ, G.; SCHWARTZ, H. 1980. Bean Production Problems: Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of *Phaseolus Vulgaris*. Cali, Colombia. CIAT. 424 p.

PASTOR-CORRALES, M.; SCHWARTZ, H. 1989. Bean Production Problems in the Tropics. 2 ed. Cali, Colombia. CIAT. 654 p.

PROFRIJOL. 1997. Informe Técnico por Resultados: POA 1996-97. ProFrijol, Guatemala, 58 p.

SCHOONHOVEN, A.; VOYSEST, O. 1991. Common Beans Research for Crop Improvement. U.K., Redwood Press Ltd. CAB international in association with CIAT. 980 p.

## 8. ANEXOS

Anexo 1. Datos obtenidos de las variables analizadas en la localidad de Galeras, Departamento de El Paraíso.

Tratamiento	Manchas/vaina	Plantas cosechadas	Granos/vaina	Vainas/planta	Rendimiento kg/ha
Protección	0.2	37	6.1	23.2	1644.6
Protección	0.7	31	6.0	10.2	1099.6
No protección	0.9	57	6.0	20.2	1797.2
No protección	1.5	60	6.7	8.1	1358.4
Protección	0.6	33	5.6	12.1	776.6
Protección	0.5	33	6.0	23.7	1470.6
No protección	0.8	43	6.0	20.0	1916.6
No protección	1.2	63	5.4	9.5	1166.4
Protección	0.2	17	5.3	15.3	630.0
Protección	0.2	40	6.0	20.4	1561.0
No protección	2.0	45	5.6	15.4	1321.4
No protección	1.0	67	5.5	10.1	1063.2
Protección	0.2	42	6.1	24.6	2177.0
Protección	0.2	29	5.6	14.5	1021.6
No protección	0.9	37	5.6	13.1	884.8
No protección	1.1	69	8.1	16.7	1839.6

Anexo 2. Datos obtenidos de las variables analizadas en la localidad de Zamorano, Departamento de Francisco Morazán.

Tratamiento	Manchas/vaina	Plantas cosechadas	Granos/vaina	Vainas/planta	Rendimiento (kg/ha)
Protección	0.2	43	6.6	34.0	2784.4
Protección	0.0	56	5.8	22.5	3421.6
No protección	0.1	60	5.5	17.3	2539.6
No protección	4.4	71	6.0	25.5	3812
Protección	4.0	52	4.1	18.4	408.4
Protección	0.4	50	6.3	38.9	3371.2
No protección	0.4	55	5.6	33.1	2825.8
No protección	0.5	50	5.7	18.1	2886.2
Protección	0.0	60	6.2	29.8	2981.6
Protección	0.0	52	4.2	15.0	3011.8
No protección	0.6	50	5.1	13.0	3028.4
No protección	1.7	30	6.2	41.5	2787
Protección	0.1	58	7.0	30.5	3526.6
Protección	0.1	54	6.0	25.1	3134.4
No protección	0.5	56	6.0	31.2	3828.4
No protección	0.4	45	6.1	24.0	2301.8

Anexo 3. Resultados obtenidos de los pesos en cada parcela según el número de plantas cosechadas. Galeras, Departamento de El Paraíso, 1998.

Parcela	Peso (gramos)	Plantas cosechadas
101	822.3	37
102	549.8	31
103	898.6	57
104	679.2	60
201	388.3	33
202	735.3	33
203	958.3	43
204	583.2	63
301	315.0	17
302	780.5	40
303	660.7	45
304	531.6	67
401	1088.5	42
402	510.8	29
403	442.4	37
404	919.8	69

Anexo 4. Resultados obtenidos de los pesos en cada parcela según el número de plantas cosechadas. Zamorano, Departamento de Francisco Morazán, 1998.

Parcela	Peso (gramos)	Plantas cosechadas
101	1392.2	43
102	1710.8	56
103	1269.8	60
104	1906.0	71
201	204.2	52
202	1685.6	50
203	1412.9	55
204	1443.1	50
301	1490.8	60
302	1505.9	52
303	1514.2	50
304	1393.5	30
401	1763.3	58
402	1567.2	54
403	1914.2	56
404	1150.9	45

300871

Anexo 5. Datos de la incidencia de enfermedades evaluadas (escala 1-9) en la localidad de Galeras, Departamento de El Paraíso, 1998.

Mancha angular	Mancha redonda	Mustia hilachosa	Bacteriosis	Observaciones Mosaico Dorado (MD)
2	8	0	3	Algo
4	6	9	2	Algo
9	7	0	7	Poco
9	4	8	6	Muy poco
2	0	9	5	Algo
3	9	4	8	Algo
8	6	5	8	Poco
9	4	6	3	Muy poco
2	7	8	6	Algo
5	6	4	8	Algo
9	8	4	6	Poco
9	8	8	4	Algo
3	9	6	8	Algo
6	2	8	7	Algo
9	7	4	8	Mucho
9	8	5	7	Nada

\* NOTA

En la localidad de Zamorano únicamente se realizó una observación informal de la presencia de otras enfermedades.

Anexo 6. ANDEVA para las variables dependientes analizadas en Galeras, Departamento de El Paraíso.

Fuente de variación	Manchas/vaina		Vainas/planta		Granos/vaina		Rendimiento (kg/ha)	
	GL	P ≥	GL	P ≥	GL	P ≥	GL	P ≥
Modelo	12	n.s	12	n.s	12	n.s	13	0.108
Repeticiones	3	n.s	3	n.s	3	n.s	3	n.s
Genotipo	1	n.s	1	0.007	1	0.015	1	0.014
Protección	1	n.s	1	n.s	1	n.s	1	n.s
Rep*Gen	3	n.s	3	n.s	3	n.s	3	n.s
Rep*Prot	3	n.s	3	n.s	3	n.s	3	n.s
Error	3		3		3		2	
r <sup>2</sup>	0.89		0.94		0.94		0.98	
CV%	115.22		16.51		6.73		11.8	

Anexo 7. ANDEVA para las variables dependientes analizadas en Zamorano, Departamento de Francisco Morazán.

Fuente de variación	Manchas/vaina		Vainas/planta		Granos/vaina		Rendimiento (kg/ha)	
	GL	P ≥	GL	P ≥	GL	P ≥	GL	P ≥
Modelo	12	n.s	12	0.021	12	n.s	12	n.s
Repeticiones	3	n.s	3	n.s	3	n.s	3	n.s
Genotipo	1	n.s	1	0.001	1	n.s	1	n.s
Protección	1	0.010	1	0.014	1	n.s	1	n.s
Rep*Gen	3	n.s	3	0.104	3	n.s	3	n.s
Rep*Prot	3	n.s	3	n.s	3	n.s	3	n.s
Error	3		3		3		3	
r <sup>2</sup>	0.95		0.98		0.82		0.62	
CV%	36.44		9.41		10.60		37.20	

Anexo 8. ANDEVA para las variables dependientes analizadas en Galeras, Departamento de El Paraíso y Zamorano, Departamento de Francisco Morazán.

Fuente de variación	Manchas/vaina		Vainas/planta		Granos/vaina		Rendimiento (kg/ha)	
	GL	P ≥	GL	P ≥	GL	P ≥	GL	P ≥
Modelo	18	n.s	18	0.0007	18	n.s	23	n.s
Genotipo	1	n.s	1	0.0001	1	n.s	1	n.s
Protección	1	0.102	1	0.1037	1	n.s	1	n.s
Localidad	1	n.s	1	0.0001	1	n.s	1	0.0001
G*P*R	1	n.s	1	n.s	1	n.s	1	n.s
G*P*S	1	n.s	1	n.s	1	n.s	1	n.s
G*NP*R	1	n.s	1	n.s	1	n.s	1	n.s
G*NP*S	1	n.s	1	n.s	1	n.s	1	n.s
Z*P*R	1	n.s	1	n.s	1	n.s	1	n.s
Z*P*S	1	n.s	1	n.s	1	n.s	1	n.s
Z*NP*R	1	n.s	1	n.s	1	n.s	1	n.s
Z*NP*S	1	n.s	1	n.s	1	n.s	1	n.s
Error	13		13		13		8	
r <sup>2</sup>	0.55		0.89		0.66		0.90	
CV%	132.55		20.21		10.94		28.60	

Anexo 9. Análisis de correlación entre severidad (manchas/vaina) de la enfermedad y reducción en rendimiento. Galeras, Departamento de El Paraíso, 1998.

Variable	N	Media	Desv. Estánd.	Sumatoria	Mínimo	Máximo
Rendimiento	16	1295.53	440.82	20729	630.00	2177.0
Manchas	16	0.7312	0.5344	11.700	0.150	1.950
$r^2$	-0.16259					
$P \geq$	0.5474					

Anexo 10. Análisis de correlación entre severidad (manchas/vaina) de la enfermedad y reducción en rendimiento. Zamorano, Departamento de Francisco Morazán, 1998.

Variable	N	Media	Desv. Estánd.	Sumatoria	Mínimo	Máximo
Rendimiento	16	2915.57	791.40	46649	408.40	3828.40
Manchas	16	0.8218	1.3375	13.150	0	4.350
$r^2$	-0.3390					
$P \geq$	0.1990					