

EVALUACION DE DOS METODOS DE CONTROL DE MUSTIA
HILACHOSA Thanatephorus cucumeris EN CULTIVO DEL FRIJOL
Phaseolus vulgaris L.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ciencias Agrícolas

EVALUACION DE DOS METODOS DE CONTROL DE MUSTIA
HILACHOSA Thanatephorus cucumeris EN CULTIVO DEL FRIJOL
Phaseolus vulgaris L.

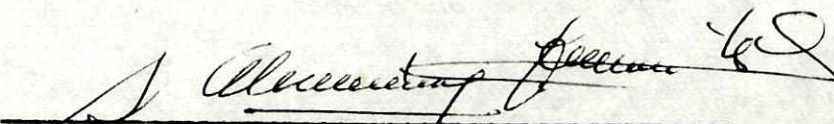
BIBLIOTECA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

JOSE SEBASTIAN MARCUCCI RUIZ

Trabajo de investigación presentado para optar el título de
Ingeniero Agrónomo en el grado de Licenciado en
Ciencias Agrícolas

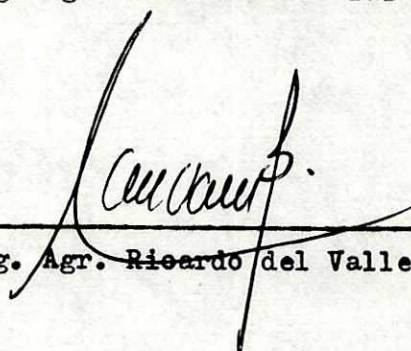
GUATEMALA
1985

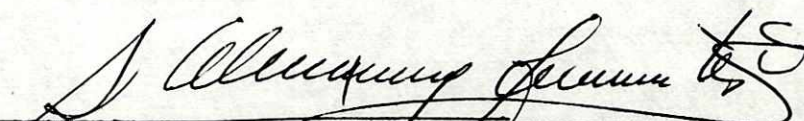
Vo. Bo.

(f) 
Ing. Agr. Alejandro Fuentes O. (Ms. Sc.)
Asesor.

Comité:

(f) 
Ing. Agr. José Manuel Díaz C. (Ms. Sc.)

(f) 
Ing. Agr. Ricardo del Valle B. (Ms. Sc.)

(f) 
Ing. Agr. Alejandro Fuentes O. (Ms. Sc.)

Fecha de aprobación: 26 de Julio de 1985.

Agradezco a las siguientes personas e instituciones que me prestaron su valiosa colaboración en la realización del presente trabajo:

Ing. Agr. Silvio Hugo Orozco S. (Ms. Sc.)

Ing. Agr. Ana Melva de Orozco. (Ms. Sc.)

Ing. Agr. Marcial Guzmán A.

Ing. Agr. Alejandro Fuentes. (Ms. Sc.)

Ing. Agr. Francisco Rohrmann C. (Ms. Sc.)

Ing. Agr. Marco Tulio Urizar M.

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas
Centro Internacional de Agricultura Tropical

CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION	1
A. Hipótesis	1
B. Objetivos	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
A. Generalidades	3
1. Distribución geográfica	3
2. Importancia económica	3
B. Sintomatología	4
C. Etiología	4
1. Organismo causante	4
2. Morfología y fisiología	4
3. Epidemiología	6
4. Diseminación	6
5. Hospedantes	6
D. Control	6
1. Control químico	7
2. Control cultural	7
3. Control mediante resistencia	8
E. Etapas de desarrollo de la planta del frijol	9
III. MATERIALES Y METODOS	11
A. Areas de estudio	11
B. Clima	11
C. Suelo	11
D. Material experimental	12
E. Diseño experimental	12
F. Manejo del experimento	13
G. Recolección de información	15

	Páginas
H. Análisis estadísticas	18
I. Análisis económico	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	19
A. Datos obtenidos de las variables en estudio y la respuesta gráfica de su tendencia	19
B. Análisis de varianza y comparación de medias para los tratamientos estudiados sobre las diferentes variables	28
C. Análisis económico	35
V. CONCLUSIONES	39
BIBLIOGRAFIA	40

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (<u>Rhaseolus vulgaris</u> L.).	10
2.	Arreglo de tratamientos, subtratamientos y subsubtratamientos a nivel de campo.	13
3..	Número de aplicaciones de Benomil según la etapa de desarrollo de la planta de frijol.	14
4.	Escala para evaluar mustia hilachosa (<u>Thanatephorus cucumeris</u> (Frank) Donk) en frijol.	16
5.	Escala de severidad usada y sus respectivas transformaciones a valores angulares.	16
6.	Rendimientos de frijol al 14o/o de humedad, expresado en kilogramos por hectárea según tratamientos, obtenidos en el Centro Experimental del ICTA en Cuyuta.	20
7.	Evaluación de la severidad de mustia hilachosa, expresado en valores angulares (según C. J. Bliss) correspondientes a los valores de la escala de 1 a 9 usado para calificación en el Centro Experimental del ICTA en Cuyuta.	22
8.	Rendimientos de frijol al 14o/o de humedad, expresado en kilogramos por hectárea según tratamientos, obtenidos en la finca El Jocotillo.	24
9.	Evaluación de la severidad de mustia hilachosa, expresado en valores angulares (según C. J. Bliss) correspondientes a los valores de la escala de 1 a 9 usado para calificación en la finca El Jocotillo.	26
10.	Análisis de varianza para la variable rendimiento, correspondiente a la localidad del Centro Experimental del ICTA en Cuyuta.	29
11.	Comparación de medias de rendimiento para la interacción parcela grande, parcela media y parcela chica correspondientes a la localidad del Centro Experimental del ICTA en Cuyuta.	30
12.	Análisis de varianza para la variable severidad, correspondiente a la localidad del Centro Experimental del ICTA en Cuyuta.	31
13.	Comparación de medias de severidad para la interacción parcela grande, parcela media y parcela chica correspondientes a la localidad del Centro Experimental del ICTA en Cuyuta.	31

Cuadro		Página
14.	Análisis de varianza para la variable rendimiento, correspondiente a la localidad de finca El Jocotillo.	32
15.	Comparación de medias de rendimiento para la interacción parcela grande, parcela media y parcela chica, correspondiente a la localidad de finca El Jocotillo.	33
16.	Análisis de varianza para la variable severidad, correspondiente a la localidad de finca El Jocotillo.	34
17.	Comparación de medias de severidad para la interacción parcela grande, parcela media y parcela chica, correspondiente a la localidad de finca El Jocotillo.	34
18.	Costos e ingresos comparativos al testigo al precio asumido de Q0.66 por kilogramo de frijol.	36
19.	Costos e ingresos comparativos al testigo al precio asumido de Q0.55 por kilogramo de frijol.	37
20.	Costos e ingresos comparativos al testigo al precio asumido de Q0.77 por kilogramo de frijol.	38

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Diagrama estándar para mustia hilachosa (<u>Thanatephorus cucumeris</u>) en hojas.	17
2.	Efecto del número de aplicaciones de Benomil sobre las medias de rendimiento.	21
3.	Influencia del número de aplicaciones de Benomil sobre la severidad transformada a valores angulares.	23
4.	Efecto del número de aplicaciones de Benomil sobre las medias de rendimiento.	25
5.	Influencia del número de aplicaciones de Benomil sobre la severidad transformada a valores angulares.	27

RESUMEN

En 2 localidades, del suroriente y costa sur de Guatemala, se realizó durante el año 1984 un estudio sobre control integrado de mustia hilachosa (Thanatephorus cucumeris) en frijol común. El propósito de este trabajo fue evaluar las prácticas agronómicas para el control integrado de la mustia hilachosa. Las variables medidas fueron: incidencia, severidad y rendimiento.

La hipótesis planteada para ser probada a nivel de campo fue la siguiente: "La labranza mínima y el uso del fungicida Benomil constituyen prácticas eficientes para reducir el ataque de mustia hilachosa en las variedades ICTA Tamazulapa y criolla".

Para el efecto se estableció un experimento mediante un diseño experimental de parcelas subdivididas, arregladas en bloques al azar con dos repeticiones.

La prueba de la hipótesis se realizó mediante análisis de varianza para las variables de severidad y rendimiento, mostrándose en general que las diferencias observadas no fueron significativas. Sin embargo, se estableció una comparación de medias y los tratamientos que mejor respondieron en cuanto a menor severidad de mustia hilachosa y mayor rendimiento fueron, para la localidad de la costa sur: labranza mínima, usando la variedad criolla, 1 y 3 aplicaciones de Benomil con rendimientos de 2662 y 2556 kg/ha respectivamente. Al compararlos con el testigo (labranza con camellones, variedad criolla y 0 aplicaciones de Benomil) que alcanzó un rendimiento promedio de 1083 kg/ha. Para la localidad del suroriente fueron: labranza con camellones, usando la variedad ICTA Tamazulapa, 1, 2 y 3 aplicaciones de Benomil con rendimientos de 3227, 3200 y 3076 kg/ha respectivamente, comparados con el testigo que alcanzó un rendimiento promedio de 1836 kg/ha.

Basado en la comparación de medias, el análisis económico indica que los tratamientos mencionados son menos costosos (de 9.3 a 17.80/o) y proveen al agricultor ingresos adicionales mayores al 145.80/o en relación al testigo.

Se efectuó un análisis de sensibilidad para observar el efecto de la variación del precio del frijol en los ingresos netos por hectárea. El resultado de éste, sugiere que el agricultor podría mejorar sus ingresos netos utilizando la labranza mínima bajo distintos precios del producto.

I. INTRODUCCION

La zona suroriental de Guatemala se ha constituido en un área altamente productora de frijol. Sin embargo, en las áreas más húmedas y de menor altitud, dicho cultivo se ha visto seriamente afectado por la enfermedad llamada mustia hilachosa cuyo agente causal es el hongo Thanatephorus cucumeris (Frank) Donk. Este patógeno es responsable de reducciones considerables en la producción del frijol, el cual es esencial en la dieta de la población guatemalteca.

Las zonas del altiplano occidental y central de Guatemala son también aptas para la producción de frijol, pero si se considera la tendencia actual de dichas zonas a constituirse en hortícolas, es necesario tomar en consideración la posibilidad de nuevas áreas destinadas a la producción frijolera.

La costa sur de Guatemala es una zona con amplio potencial para el desarrollo del cultivo del frijol, cuya producción podría destinarse tanto a satisfacer la demanda interna como para fines de exportación. Sin embargo, las condiciones climáticas en la época lluviosa presentan un ambiente apropiado para el desarrollo de la mustia hilachosa.

Como una contribución a la búsqueda de recomendaciones, se realizó la presente investigación a fin de comprobar prácticas agronómicas que permitan reducir la incidencia y severidad de la mustia hilachosa y que proporcionen al agricultor alternativas rentables en dicho cultivo.

A. Hipótesis

Como hipótesis para ser probada a nivel de campo se planteó la siguiente:

1. La labranza mínima y el uso del fungicida Benomil son prácticas efectivas para reducir el ataque de mustia hilachosa en las variedades de frijol ICTA-Tamazulapa y la criolla.

B. Objetivos

Los objetivos del presente trabajo son:

1. General
 - a. Evaluar las prácticas para el control integrado de la mustia hilachosa del frijol.

2. Específicos

- a. Comprobar la eficacia del uso de cobertura o mulch, en la reducción de la severidad del ataque de mustia hilachosa.
- b. Determinar el número óptimo de aplicaciones del fungicida Benlate, cuyo ingrediente activo es el Benomil, en el control de la mustia hilachosa.
- c. Comprobar el grado de tolerancia varietal del genotipo ICTA-Tamazulapa con respecto al frijol criollo.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Generalidades

"La mustia hilachosa es causada por el hongo Thanatephorus cucumeris (Frank) Donk, cuyo estado imperfecto es Rhizoctonia solani Kuhn, (R. microsclerotia), más conocida como el agente causante del damping off y de las enfermedades denominadas pudriciones radicales en varias especies de plantas. Es una enfermedad considerada como uno de los principales factores limitantes de la producción de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en las zonas húmedas y cálidas del trópico, por la defoliación rápida y drástica que causa a las plantas afectadas, provocándose así en la mayoría de los casos, pérdidas totales de cosecha" (4).

"Los nombres comunes más usados para la mustia hilachosa en América Latina son telaraña, chasparria, Rhizoctonia del follaje, murcha de teia micelica y podridao das vagens. En países de habla inglesa recibe el nombre de web blight" (14).

1. Distribución geográfica

"Este hongo fue descrito por primera vez en 1917 como Rhizoctonia microsclerotia Matz, y se lo consideró como el agente causal de una enfermedad del higo en la Florida. Desde entonces, se ha identificado al frijol común como su hospedero en los Estados Unidos, Puerto Rico, Japón, Filipinas, Birmania, Ceilán (Sri Lanka), Brasil, Costa Rica, Colombia, Ecuador, Guatemala, El Salvador, México y Panamá" (16).

2. Importancia económica

"Las pérdidas producidas por esta enfermedad pueden ser sumamente elevadas y en algunos casos el cultivo queda totalmente destruido, especialmente en las zonas bajas tropicales" (1).

El Informe Anual del ICTA (5), "Evaluación de cuatro épocas de siembra de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en el parcelamiento La Máquina", presenta en varias ocasiones a la mustia hilachosa como causante de pérdidas de unidades experimentales.

"En Costa Rica, en el segundo semestre de 1980 ocurrieron pérdidas hasta del 90o/o en un área aproximada de 2.240 hectáreas en la zona de Guanacaste. En la zona de Turrucares, Alajuela, y en el mismo año y ciclo de cultivo, la variedad Porrillo 70,

sembrada en dos campos vecinos, sólo dio producciones de 330 y 1050 kg de semilla por hectárea, lo cual se le atribuyó a una alta incidencia y severidad de la mustia hilachosa, especialmente en el primer campo. En Florida, Estados Unidos, se han observado durante varios años pérdidas del 90o/o en la cosecha de varios campos que han sido afectados por la mustia hilachosa" (4).

B. Sintomatología

"Los síntomas en las hojas comienzan como pequeñas manchas húmedas, con apariencia de escaldado, de color verde brillante a gris; generalmente tienen un borde oscuro. Las lesiones aumentan en tamaño y puede presentarse amarillamiento y eventualmente defoliación de la planta. El hongo produce hifas oscuras, las cuales crecen desde las manchas hacia los bordes no infectados y eventualmente pueden cubrir la hoja, infectar otras hojas o las vainas que se encuentren en contacto con la parte infectada y cubrir la planta entera, si las condiciones ambientales son favorables" (11).

"El patógeno puede atacar las vainas; éstas presentan chancros pequeños o grandes y finalmente son destruidas por completo. Este hongo produce pequeños esclerocios de color pardo, de 0.2 hasta 0.5 mm de diámetro, los cuales pueden sobrevivir en el suelo" (11).

C. Etiología

1. Organismo causante

"Como se indicó anteriormente, el organismo causante de la mustia hilachosa del frijol es el hongo Thanatephorus cucumeris (Frank) Donk, perteneciente a la clase de los Basidiomicetos. En su estado imperfecto está identificado como Rhizoctonia solani Kuhn, nombre con el cual generalmente se le conoce. Los aislamientos del hongo causante de la mustia hilachosa se identificaron inicialmente como R. microsclerotia. El estado perfecto fue identificado en 1891 como Hypochnus solani y luego recibió los nombres de Corticium microsclerotia, Pellicularia filamentosa y T. cucumeris, siendo esta última la forma aceptada actualmente" (4).

2. Morfología y Fisiología

"La especie T. cucumeris está compuesta por un gran número de aislamientos, los cuales difieren entre si por sus caracteres morfológicos, fisiológicos y patológicos" (4).

Según Parmeter et al (12), el estado imperfecto de esta especie presenta características distintivas como son la ramificación de las hifas, generalmente en ángulos rectos o agudos y la aparición de una constricción en la hifa en el punto de ramificación y cerca de ella un septo. Otras características que generalmente presenta el hongo en cultivo incluyen: células monilioides, esclerocios, rápido crecimiento en el medio de cultivo e hifas de más de 5 micras de diámetro.

“Aislado en papa-dextrosa-agar (PDA), el micelio presenta una tonalidad café y forma esclerocios de color café de tonos claros a oscuros. Las basidiosporas (estructuras del estado perfecto) son hialinas, de pared delgada y lisa, de forma oblonga o elipsoide, con un lado aplanado o ligeramente ovalado y apículo truncado” (4).

a. Ciclo biológico

“T. cucumeris produce esclerocios, micelio y basidiosporas, las cuales son estructuras que pueden servir como fuente de inóculo.

El ciclo biológico de T. cucumeris presenta dos fases: un ciclo primario y un ciclo secundario” (4).

“El ciclo primario del patógeno comienza en los estados iniciales del cultivo cuando, por efecto de las lluvias, el suelo infestado de micelio o esclerocios del hongo es salpicado hacia los tejidos de la planta de frijol o cuando, por efecto del viento especialmente, las basidiosporas son depositadas en el follaje” (4).

“Sobre las partículas de suelo se desarrollan hifas que pueden alcanzar el tejido del hospedante; de esta manera se desarrolla un cojín de infección y las hifas penetran directamente en el tejido o algunas veces por los estomas. La hifa continúa avanzando a través de las células o por los espacios intercelulares y en esta forma se desarrollan las primeras lesiones, las cuales generalmente aparecen primero en las hojas primarias o en las hojas trifoliadas que estén más cerca del suelo” (4).

“Una vez que la infección primaria ocurre se desarrolla un gran número de esclerocios sobre el tejido afectado y en las áreas adyacentes, al igual que sobre el suelo salpicado en el tallo, las ramas y las hojas. Algunos de estos tejidos caen al suelo, iniciándose así el ciclo secundario. Sobre dichos tejidos se presentan nuevos esclerocios, ya sea en el tejido mismo o en el suelo adyacente. Estos esclerocios son de nuevo salpicados a la planta y causan nuevas infecciones” (4).

“También pueden ser diseminados por el viento y otros agentes físicos. Durante un mismo ciclo de cultivo se originan nuevos sitios de infección a partir del micelio que crece en otros órganos infectados. En condiciones de alta humedad se pueden observar en las partes bajas de la planta las capas blancas del himenio del hongo” (4).

3. Epidemiología

“En las condiciones del trópico, en áreas con períodos prolongados de alta humedad y temperaturas por encima de 23 grados centígrados, se observa una mayor incidencia y severidad de la mustia hilachosa. Las lluvias prolongadas proveen las condiciones de humedad que favorecen el desarrollo de la enfermedad y son la causa del salpicado del inóculo del suelo al follaje” (4).

“La presencia de agua sobre el tejido foliar también favorece la infección inicial y su desarrollo. Por el contrario, durante los períodos secos se restringe considerablemente la incidencia y el desarrollo posterior de la enfermedad” (4).

“La fuente primaria de inóculo generalmente la constituyen los esclerocios, los cuales pueden permanecer viables en el suelo por uno o más años, pero el hongo también puede sobrevivir como micelio vegetativo en los residuos de cosecha” (4).

4. Diseminación

“Los esclerocios que generalmente constituyen el inóculo primario se diseminan localmente por el viento, la lluvia, la escorrentía y el movimiento de personas, animales y equipos agrícolas dentro del cultivo. A largas distancias, la diseminación ocurre principalmente en forma de basidiosporas” (4).

5. Hospedantes

“Existen aproximadamente 200 especies que le sirven de hospedante a Thanatephorus cucumeris. El hongo afecta a todas las especies cultivadas del género Phaseolus. En las condiciones húmedas del trópico además del frijol, infecta otras leguminosas y cultivos tales como algodón, tabaco, hortalizas y pastos” (4).

D. Control

El control de la mustia hilachosa solo podrá lograrse en forma efectiva si se integran una serie de medidas incluyendo la aplicación de productos químicos, la ejecución de algunas prácticas culturales y el uso de variedades tolerantes.

1. Control químico

Según Mendoza (8), el uso de fungicidas mostró un control moderado de la mustia hilachosa. Siendo el mejor de ellos el Benomil seguido en su orden por el Maneb.

“Generalmente se ha recomendado la aplicación foliar de fungicidas protectores o sistémicos para el control de la mustia hilachosa; sin embargo, cuando los niveles de inóculo son altos y las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de la enfermedad, éstas recomendaciones son inefectivas” (6).

“Si la fuente principal de inóculo es el suelo infestado con esclerocios y micelio, las medidas de control deben ser dirigidas a reducir la concentración de éstas estructuras” (6).

“El pentacloronitrobenzeno (PCNB) ha sido recomendado para el control de Thanatephorus cucumeris en el suelo; sin embargo, cuando la concentración de inóculo es alta y las lluvias son continuas, el tratamiento no es efectivo” (6).

2. Control cultural

Según Gálvez, Galindo y Castaño (4), el control de la mustia hilachosa mediante prácticas culturales incluye:

- a. la siembra de semilla libre de contaminaciones internas o externas;
- b. La eliminación de residuos de cosecha infestados;
- c. la rotación con cultivos no hospedantes (maíz, gramíneas en general, etc.); el cultivo continuo en un mismo campo favorece un aumento considerable en el número de propágulos de Thanatephorus cucumeris en el suelo;
- d. la siembra con suficiente antelación para que el cultivo madure antes de que empiece la estación lluviosa;
- e. la siembra en surcos espaciados (aumenta la circulación de aire y evita condiciones microclimáticas favorables para el desarrollo del hongo); por lo tanto, debe evitarse la siembra al voleo.
- f. el uso de coberturas;
- g. un sistema de no labranza o labranza cero.

“La práctica cultural más importante en el control de esta enfermedad es el uso de coberturas ya que éstas previenen el salpique de suelo sobre el follaje reduciendo así la incidencia y severidad de la enfermedad. El uso de esta práctica depende de la extensión sembrada y de los materiales disponibles en la zona para proveer cobertura después de la siembra como por ejemplo, la cascarilla de arroz, entre otros” (4).

“En Costa Rica, se observó que una capa de cascarilla de arroz de aproximadamente 2.5 centímetros de espesor redujo en gran parte el salpique de inóculo y disminuyó la severidad de la enfermedad. En un campo con la variedad Porrillo 70, la severidad de la mustia hilachosa fue del 100 y 130/o y el rendimiento de 0 y 655 kilogramos por hectárea, en parcelas sin tratamiento y con tratamiento de cobertura, respectivamente. En un segundo campo, con un bajo nivel de inóculo, en áreas sin y con cobertura, el rendimiento promedio de semilla fue de 273 y 835 kilogramos por hectárea, respectivamente. Con la variedad México 27 se obtuvieron resultados similares. El control mediante el uso de coberturas con cascarilla de arroz fue superior al resultante de la aplicación de PCNB en una dosis hasta de 40 kilogramos por hectárea. El tratamiento de la semilla con benomil y del suelo con paraquat no fue efectivo” (4).

En un estudio hecho por Mendoza (8) se señala que “la cobertura contribuye a reducir el daño de la mustia hilachosa”. Sus datos muestran diferencias hasta de 295 kilogramos por hectárea en la localidad de Nueva Concepción y de 519 kilogramos por hectárea en la localidad de Bulbuxyá, ambas en el departamento de Escuintla en Guatemala.

“Otra práctica que reduce el salpique es la siembra sin labranza previa, en la cual la semilla se siembra directamente en el suelo sin prepararlo. Después de la siembra se deben aplicar herbicidas para el control de las malezas que pueden afectar el cultivo” (4).

“Los pequeños agricultores en Costa Rica aprovechan la vegetación que existe en el campo, la cual cortan después de que las semillas se han esparcido al voleo. Este sistema puede ser más efectivo si el frijol se siembra directamente en surcos, con la aplicación de algún fertilizante y dejando que la vegetación cortada forme una cobertura” (4).

3. Control mediante resistencia

“En Esperanza Costa Rica, se seleccionaron variedades de frijol con tolerancia a mustia hilachosa y únicamente los genotipos P638 y P740

mostraron tener tolerancia al hongo. Los resultados demostraron que es muy difícil encontrar resistencia a esta enfermedad, ya que este hongo posee una gran capacidad de adaptación, tiene muchos hospedantes, puede vivir en el suelo en forma latente o adaptarse a la forma saprófita" (10).

A pesar de que distintas variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) muestran diferencias en cuanto a reacción al ataque del patógeno, hasta el momento no se ha encontrado resistencia, aunque si, tolerancia aceptable (10).

"Las variedades o líneas que presentan tolerancia al hongo son: Porrillo 70, S-G30B, Porrillo 1, Turrialba 1, BAT 1235, BAT 1230 y BAT 1444" (10).

En la actualidad el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), está evaluando materiales por su reacción a la enfermedad tanto en Guatemala, como en otros países de América en colaboración con los programas nacionales. A través del Vivero Internacional de Mustia (VIM) se ha identificado como tolerantes los genotipos Talamanca, ICTA-Quetzal y Negro Huasteco 81. El ICTA-Tamazulapa se identificó como medianamente tolerante (7).

"En Costa Rica, la práctica de producción denominada "frijol tapado", en la cual la semilla se esparce al voleo sobre el suelo con vegetación, la cual más tarde se corta y se usa como cobertura, fue igualmente efectiva que la cobertura con cascarilla de arroz en la reducción de la incidencia y severidad de la enfermedad, pero los rendimientos fueron más bajos, quizá debido a que las plantas no lograron un buen desarrollo del sistema radical y a que el fertilizante no se puede aplicar cerca de la planta. El sistema se puede mejorar si el frijol se siembra directamente junto al fertilizante, después de que la vegetación se ha cortado y dejado como cobertura" (4).

E. Etapas de desarrollo de la planta del frijol

"Para comparar los resultados de evaluaciones realizadas en diferentes fechas y en diferentes localidades, es necesario hacer referencia al estado de desarrollo de la planta al momento de la lectura. Como plantas del mismo genotipo, sembradas en condiciones climáticas diferentes no estarían en el mismo estado de desarrollo por ejemplo a los 40 días después de la siembra, es conveniente usar una escala basada en la morfología de la planta y en los cambios fisiológicos que se suceden durante su desarrollo. Por tanto se aplican las etapas de desarrollo del Cuadro 1 como parte del sistema de evaluación" (2).

Cuadro 1. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)

Escala	Etapa: Descripción (a)
VO	<u>Germinación</u> : Absorción de agua por la semilla, emergencia de radícula y su transformación en raíz primaria.
V1	<u>Emergencia</u> : Cotiledones al nivel del suelo, que comienzan a separarse y el epicotilo inicia su desarrollo.
V2	<u>Hojas Primarias</u> : Hojas primarias desplegadas.
V3	<u>Primera Hoja Trifoliada</u> : La primera hoja trifoliada desplegada en plano, la segunda hoja trifoliada aparece.
V4	<u>Tercera Hoja Trifoliada</u> : La tercera hoja trifoliada desplegada y las yemas de los nudos inferiores producen ramas.
R5	<u>Prefloración</u> : Aparece el primer botón o primer racimo. En variedades determinadas se forman los botones florales en el último nudo del tallo o de la rama. En variedades indeterminadas los racimos se observan en los nudos inferiores.
R6	<u>Floración</u> : La primera flor abierta.
R7	<u>Formación de vainas</u> : Aparece la primera vaina mayor de 2.5 cm de largo.
R8	<u>Llenado de vainas</u> : Empieza a llenarse la primera vaina caracterizada por el crecimiento de la semilla. Al final de la etapa los granos pierden su color verde para empezar a adquirir las características de la variedad y se inicia la defoliación.
R9	<u>Madurez Fisiológica</u> : Las vainas pierden su pigmentación y comienzan a secar y las semillas adquieren su coloración típica de la variedad.

(a) Cada una de las etapas, se inicia cuando el 50o/o de las plantas muestran la condición que corresponde a la descripción.

Fuente: Fernández, Gepts y López (3).

III. MATERIALES Y METODOS

A. Areas de estudio

Las áreas de estudio se localizaron en:

1. Estación Experimental ICTA Cuyuta, ubicada en el municipio de Masagua, del departamento de Escuintla a una altura de 48.15 metros s.n.m. A $14^{\circ} 06' 13''$ de latitud norte y $90^{\circ} 54' 13''$ de longitud oeste.
2. Finca El Jocotillo, ubicada en la aldea El Jocotillo, del municipio de El Oratorio del departamento de Santa Rosa a una altura de 700 metros s.n.m. A $14^{\circ} 10'$ de latitud norte y $90^{\circ} 10'$ de longitud oeste.

B. Clima

De acuerdo con De La Cruz (9), la primera de las áreas de estudio se clasifica como de clima bosque húmedo subtropical, cálido, representando 27000 kilómetros cuadrados igual a 24.81o/o de la superficie del país. La biotemperatura es de alrededor de 27 grados centígrados y tiene un patrón de lluvias que va de 1200 hasta 2000 mm como promedio total anual.

La segunda se clasifica como de clima bosque seco subtropical, representando 4,011 kilómetros cuadrados igual a 3.68o/o de la superficie del país. Las biotemperaturas van de 19 a 24 grados centígrados y el patrón de lluvia varía entre 500 y 855 mm como promedio total anual.

C. Suelo

El suelo de la Estación Experimental ICTA Cuyuta corresponde de acuerdo con Simmons, Tárano y Pinto (15), a la serie de suelos Tiquisate, cuyas características principales son las siguientes:

1. Drenaje interno moderado.
2. Color pardo.
3. Textura franco arenoso fina a franca.
4. Consistencia suelta.
5. Espesor de 40 a 50 cm.

El suelo de la Finca El Jocotillo corresponde de acuerdo con Simmons, Tárano y

Pinto (15), a la serie de suelos de los Valles no diferenciados. Es una serie que describe los valles grandes, en los cuales ninguna es dominante para la agricultura. Incluyen una gama de material madre, tipos de suelo y grados de pendiente. En casi todos lados el material ha sido transportado y depositado por el agua. Gran parte del área es casi plana y conveniente para la agricultura mecanizada. La única característica que estas áreas tienen en común, es que todas incluyen suelos aptos para la agricultura. El terreno donde se instalaron los ensayos experimentales se clasifica dentro de la Clase Agrológica I.

D. Material experimental

1. Material biológico

Las variedades de frijol utilizadas en dicho estudio fueron las siguientes:

- a. ICTA Tamazulapa: material mejorado medianamente resistente a mustia hilachosa.
- b. Media Guía Oratorio: material criollo, utilizado por los agricultores del Valle de la Virgen. En este valle se encuentra la finca El Jocotillo.

Además se obtuvo la cobertura o material biológico inerte aplicando el herbicida Glyphosate, cuyo nombre comercial es Roundup, sobre la vegetación existente en el lugar donde se efectuó la siembra.

2. Material no biológico

Se utilizó el fungicida Benlate, cuyo ingrediente activo es el Benomil, variando el número de aplicaciones en cada tratamiento.

E. Diseño experimental

Se empleó el diseño de parcelas subdivididas con dos repeticiones, para evaluar lo siguiente:

1. Parcela grande: dos niveles de laboreo del terreno:
 - a. Labranza mínima.
 - b. Labranza en camellones.
2. Parcela media: dos variedades de frijol:
 - a. ICTA Tamazulapa
 - b. Media Guía Oratorio (testigo).
3. Parcela pequeña: tres aplicaciones del fungicida Benlate.

En el Cuadro 2, se muestra el arreglo de los tramientos en mención y donde los símbolos Lm (labranza mínima) y Lc (labranza con camellones) representan las labranzas, V1 (variedad ICTA Tamazulapa) y V2 (variedad Media Guía Oratorio) representan las variedades y TO (0 aplicaciones de Benomil), T1 (1 aplicación de Benomil), T2 (2 aplicaciones de Benomil) y T3 (3 aplicaciones de Benomil) representan los tratamientos.

Cuadro 2. Arreglo de tratamientos, subtratamientos y subsubtratamientos a nivel de campo.

Tratamientos labranzas	Subtratamientos Variedades	Subsubtratamientos tratamientos	Repeticiones	
			I	II
Lm	V1	TO	LmV1TO	LmV1TO
	V1	T1	LmV1T1	LmV1T1
	V1	T2	LmV1T2	LmV1T2
	V1	T3	LmV1T3	LmV1T3
	V2	TO	LmV2TO	LmV2TO
	V2	T1	LmV2T1	LmV2T1
	V2	T2	LmV2T2	LmV2T2
	V2	T3	LmV2T3	LmV2T3
Lc	V1	TO	LcV1TO	LcV1TO
	V1	T1	LcV1T1	LcV1T1
	V1	T2	LcV1T2	LcV1T2
	V1	T3	LcV1T3	LcV1T3
	V2	TO	LcV2TO	LcV2TO
	V2	T1	LcV2T1	LcV2T1
	V2	T2	LcV2T2	LcV2T2
	V2	T3	LcV2T3	LcV2T3

F. Manejo del experimento

1. Labranza con camellones

a. Preparación del terreno. Para el efecto se procedió a preparar el terreno con un paso de arado y dos de rastra. Luego se elaboraron los camellones (de 20 cms de altura) con tractor y herramientas manuales.

b. Tamaño de parcela, distancia y fecha de siembra. El tamaño de parcela o unidad experimental fue de 36 metros cuadrados y

consistió de cuatro camellones espaciados un metro entre sí con nueve metros de largo cada uno. La distancia de siembra fue de 30 centímetros entre posturas de tres plantas cada una colocándose dos hileras por camellón. El área aproximada de la labranza con camellones fue de 820 metros cuadrados en cada diseño. La fecha de siembra para el diseño experimental ubicado en el Centro Experimental del ICTA en Cuyuta fue 28 de mayo de 1984 y para la finca El Jocotillo fue 1 de junio de 1984.

- c. Fertilización. Se efectuó cuando el frijol ya había emergido y se aplicaron 90.72 Kg por hectárea de 20-20-00.
- d. Control de malezas. Inmediatamente después de la siembra, para el control de las malezas se aplicó una mezcla de PROWL (2 litros por hectárea) más Tribunil (1 Kg por hectárea). Posteriormente se efectuaron dos limpiezas manuales.
- e. Control de plagas. El control de plagas consistió en tres aplicaciones de una mezcla de Folidol (0.43 litros por hectárea) más Tamarón (0.43 litros por hectárea).
- f. Control de enfermedades. Para el control de la mustia hilachosa se hicieron aplicaciones foliares del fungicida Benlate, cuyo ingrediente activo es el Benomil, en las etapas de desarrollo del frijol que muestra el Cuadro 3. La dosis usada fue de 0.23 Kg por hectárea con 3 aplicaciones. Además, se incluyó un testigo absoluto es decir, sin aplicación de Benomil.

Cuadro 3. Número de aplicaciones de Benomil según la etapa de desarrollo de la planta de frijol.

Etapa de desarrollo de la planta de frijol.	Número de aplicaciones de Benomil (a).
V3	1
V3 y R5	2
V3, R5 y R7	3

(a) Se efectuó una aplicación por cada etapa de desarrollo.

g. Cosecha. La parcela neta o útil la constituyeron los dos camellones centrales. Luego del arrancado, recuento y aporreado de las plantas de frijol se pesó el producto de cada parcela para posteriormente determinar humedad del grano y estandarizarlas al 140/o.

2. Labranza mínima:

En el manejo de esta parte del diseño experimental lo único que varió en relación a la labranza con camellones fue:

a. Preparación del terreno. En el sitio que se destinó para establecer la labranza mínima se dejó crecer la maleza aproximadamente 40 cms. Posteriormente se aplicó el herbicida Glyphosate, cuyo nombre comercial es Roundup, en dosis de 3 litros por hectárea. Esto con el objeto de proporcionar una cobertura o mulch.

b. Control de malezas. Para el control de las malezas se aplicó una mezcla de los herbicidas Fusilade (1 litro por hectárea) más Basagrán (1 litro por hectárea).

G. Recolección de información

La toma de datos para los análisis correspondientes se realizó previo a las aplicaciones de Benomil, según lo muestra el Cuadro 3.

Las variables de interés fueron: severidad, incidencia y rendimiento. Severidad se define como el área de tejido de la planta afectada por la mustia hilachosa. Incidencia es el número de unidades atacadas, considerando como unidades las plantas.

En el Cuadro 4 se presenta la escala usada para la evaluación de severidad de la enfermedad con sus respectivas claves basadas en diagramas estándares (Figura 1).

El Cuadro 5 muestra los datos en base al porcentaje de plantas dañadas con los cuales se evaluó incidencia, su relación con la escala de severidad de 1 a 9 que se presentó en el Cuadro 4 y sus respectivos valores de transformación a valores angulares.

El rendimiento por parcela se midió en kilogramos y una vez corregido al 140/o de humedad se refirió en términos de kilogramos por hectárea.

Cuadro 4. Escala para evaluar Mustia Hilachosa (Thanatephorus cucumeris (Frank.) Donk) en Frijol.

ESCALA	DESCRIPCION	COMENTARIOS
1 2 3	Ningún síntoma visible o presencia de síntomas muy leves en algunas plantas.	Afectando entre el 1 y 5o/o del área foliar.
4 5 6	Síntomas visibles y conspicuos aparentemente en algunos casos causando cierto daño económico.	Afectando el 10o/o del área foliar.
7 8 9	Síntomas de severos a muy severos.	Afectando entre el 25 y 50o/o del área foliar.

Fuente: Fernández, Gepts y López (3).

Cuadro 5. Escala de severidad usada y sus respectivas transformaciones a valores angulares.

100o/o (total de tejido vegetal por parcela)	Escala de 1 a 9	Valores angulares según C. J. Bliss
1 - 3 o/o	1	5.74
4 - 6 o/o	2	8.13
7 - 12 o/o	3	9.98
13 - 25 o/o	4	11.54
26 - 50 o/o	5	12.92
51 - 75 o/o	6	14.18
76 - 87 o/o	7	15.34
88 - 94 o/o	8	16.43
95 - 100 o/o	9	17.45

Fuente: Mendoza (8).

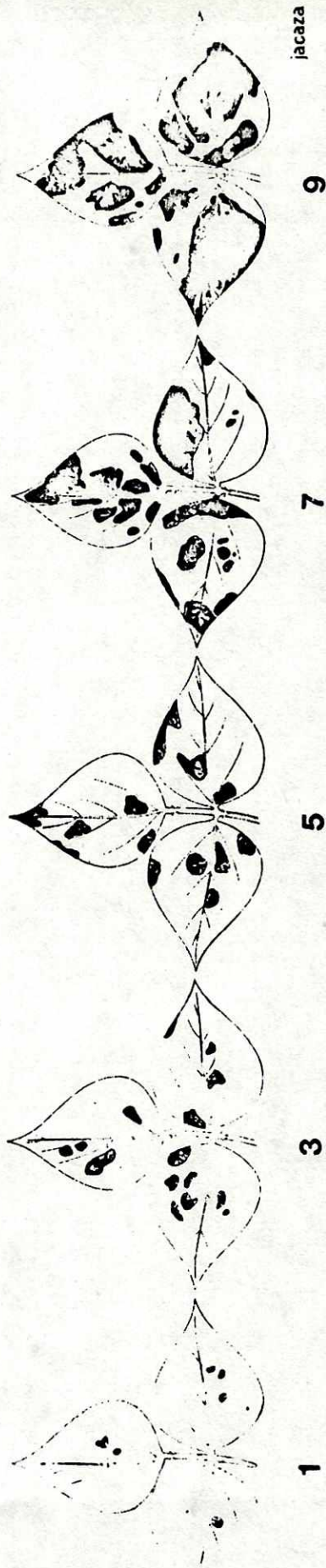


Figura 1 Diagrama estándar para mustia hilachosa (Thanatephorus cucumeris) en hojas.

H. Análisis estadísticos

Los datos recabados para cada una de las variables, fueron sometidos al análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba de Duncan (13).

I. Análisis económico

Los componentes económicos de cada tratamiento en cada localidad fueron:

1. Rendimiento promedio de cada tratamiento en kilogramos por hectárea al 14o/o de humedad.
2. Costo total. Sumatoria de los costos correspondientes a insumos y mano de obra en quetzales por hectárea.
3. Costo adicional. Diferencia de costos entre los distintos tratamientos y el testigo en quetzales por hectárea.
4. Ingreso bruto. Rendimiento por precio de venta en quetzales por hectárea.
5. Ingreso adicional. Diferencia de ingresos en quetzales por hectárea entre los distintos tratamientos y el testigo del experimento.
6. Ingreso neto adicional. Diferencia entre el ingreso adicional y el costo adicional en quetzales por hectárea.

Los cálculos económicos de cada tratamiento en cada localidad fueron:

1. Rendimiento.
2. Ingreso bruto.
3. Insumos: fertilizante, semillas, herbicidas, insecticidas y fungicidas.
4. Mano de obra: siembra, fertilización, aplicación de herbicida, aplicación de insecticida, aplicación de fungicida, dos limpiezas manuales, arrancado, acarreo, aporreo y transporte.
5. Costo total.
6. Costo adicional.
7. Ingreso adicional.
8. Ingreso neto adicional.

Adicionalmente se realizó un análisis de sensibilidad variando únicamente el precio del frijol. El objeto de realizar dicho análisis es el de determinar si los tratamientos que ofrecen el potencial de mejorar el ingreso neto adicional del agricultor al precio asumido de Q0.66 por kg, son también mejores alternativas desde el punto de vista económico, con precios de Q0.55 y de Q0.77 por kg.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Datos obtenidos de las variables en estudio y la respuesta gráfica de su tendencia.

En los Cuadros 6, 7, 8 y 9 se muestran los resultados de las variables en estudio, rendimiento y severidad, según las combinaciones de tratamientos, subtratamientos y subsubtratamientos que fueron evaluados a nivel de campo.

Para el caso de severidad, Cuadros 8 y 9, los datos originales fueron registrados en una escala de 1 a 9 y éstos se transformaron a valores angulares (Cuadro 5) para realizar el análisis de varianza respectivo.

En el Cuadro 6 puede observarse que para el caso de la variable rendimiento, el mejor resultado se obtuvo con 1 y 3 aplicaciones de Benomil utilizando la variedad Media Guía Oratorio (testigo) con la labranza mínima. Para la variable severidad (Cuadro 7) los tratamientos que destacaron por menor ataque de mustia hilachosa fueron:

1. 2 aplicaciones de Benomil, variedad ICTA Tamazulapa en labranza mínima.
2. 1 y 3 aplicaciones de Benomil, variedad Media Guía Oratorio en labranza mínima.

En el Cuadro 8 puede observarse que para la variable rendimiento, el mejor resultado se obtuvo con 1 y 2 aplicaciones de Benomil utilizando la variedad ICTA Tamazulapa con la labranza en camellones. Para la variable severidad (Cuadro 9) los tratamientos que destacaron por menor ataque de mustia hilachosa fueron:

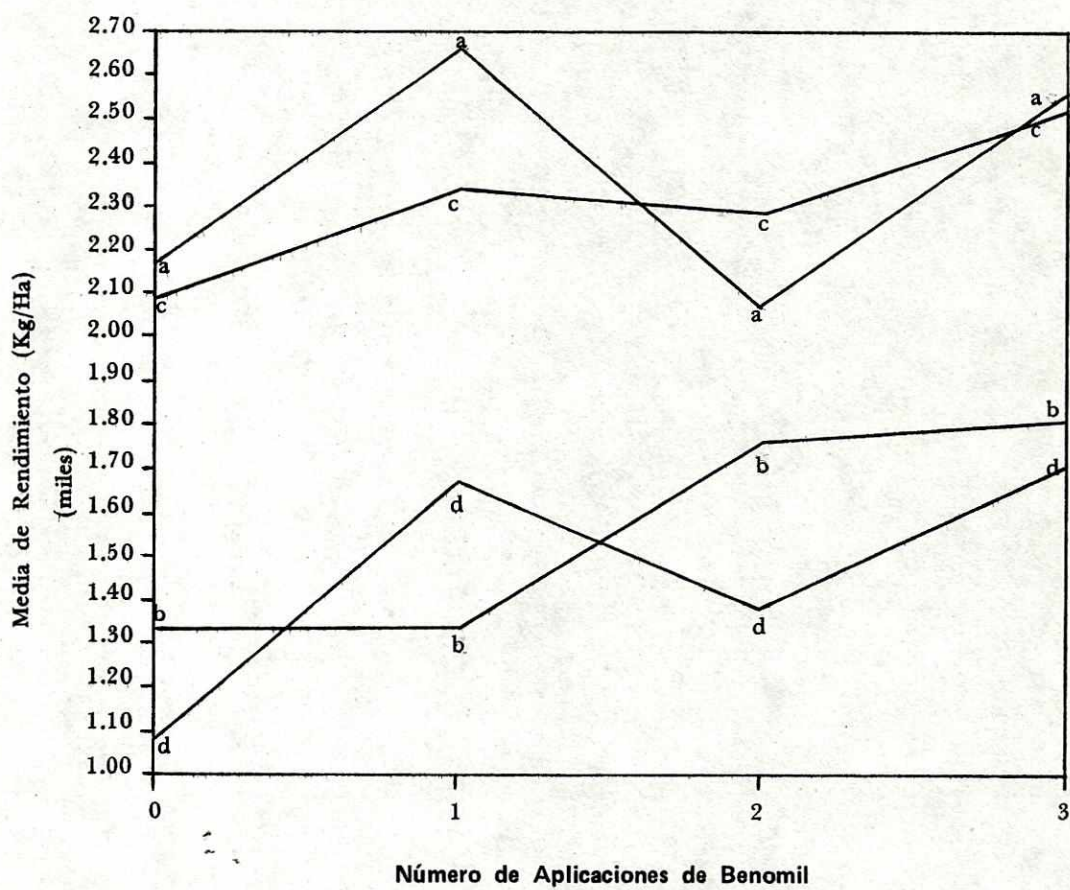
1. 1 aplicación de Benomil, variedad ICTA Tamazulapa en la labranza con camellones.
2. 0, 1, 2 y 3 aplicaciones de Benomil, variedad ICTA Tamazulapa en la labranza mínima.

En las Fig. 2 y 4 se ilustra la tendencia existente entre los valores de rendimiento y el número de aplicaciones de Benomil, y las Fig. 3 y 5 ilustran la tendencia existente entre los valores angulares y el número de aplicaciones de Benomil.

Cuadro 6. Rendimientos de frijol al 14o/o de humedad, expresado en kilogramos por hectárea según tratamientos, obtenidos en el Centro Experimental del ICTA en Cuyuta.

LABRANZAS (a)	VARIETADES	TRATAMIENTOS CON BENOMIL Aplicaciones	MEDIAS kg/ha
LM	Tamazulapa	0	2091
	Tamazulapa	1	2337
	Tamazulapa	2	2286
	Tamazulapa	3	2526
		Subsubtotal	2310
	M.G.Oratorio	0	2172
	M.G.Oratorio	1	2662
	M.G.Oratorio	2	2075
	M.G.Oratorio	3	2556
		Subsubtotal	2366
LC	Tamazulapa	0	1331
	Tamazulapa	1	1339
	Tamazulapa	2	1763
	Tamazulapa	3	1819
		Subsubtotal	1563
	M.G.Oratorio	0	1083
	M.G.Oratorio	1	1674
	M.G.Oratorio	2	1385
	M.G.Oratorio	3	1710
		Subsubtotal	1463

(a) Labranzas: LM = Labranza mínima y LC = Labranza con camellones.



a L.M. M.G. Oratorio.

c L. M. Tamazulapa.

b L.C. Tamazulapa.

d L.C. M.G. Oratorio.

Fig. 2. Efecto del número de aplicaciones de Benomil sobre las medias de rendimiento.

Cuadro 7. Evaluación de la severidad de mustia hilachosa, expresado en valores angulares (según C. J. Bliss) correspondientes a los valores de la escala de 1 a 9 usado para calificación en el Centro Experimental del ICTA en Cuyuta.

LABRANZAS (a)	VARIEDADES	TRATAMIENTOS CON BENOMIL Aplicaciones	MEDIAS Val. ang.
LM	Tamazulapa	0	12.92
	Tamazulapa	1	13.55
	Tamazulapa	2	11.54
	Tamazulapa	3	12.92
		Subsubtotal	12.73
	M.G.Oratorio	0	12.86
	M.G.Oratorio	1	12.23
	M. G.Oratorio	2	12.86
	M.G.Oratorio	3	12.23
		Subsubtotal	12.55
LC	Tamazulapa	0	14.13
	Tamazulapa	1	13.55
	Tamazulapa	2	13.55
	Tamazulapa	3	14.13
		Subsubtotal	13.84
	M.G.Oratorio	0	15.89
	M.G. Oratorio	1	13.55
	M.G.Oratorio	2	12.92
	M.G.Oratorio	3	14.18
		Subsubtotal	14.14

(a) Labranzas: LM = Labranza mínima y LC = Labranza con camellones.

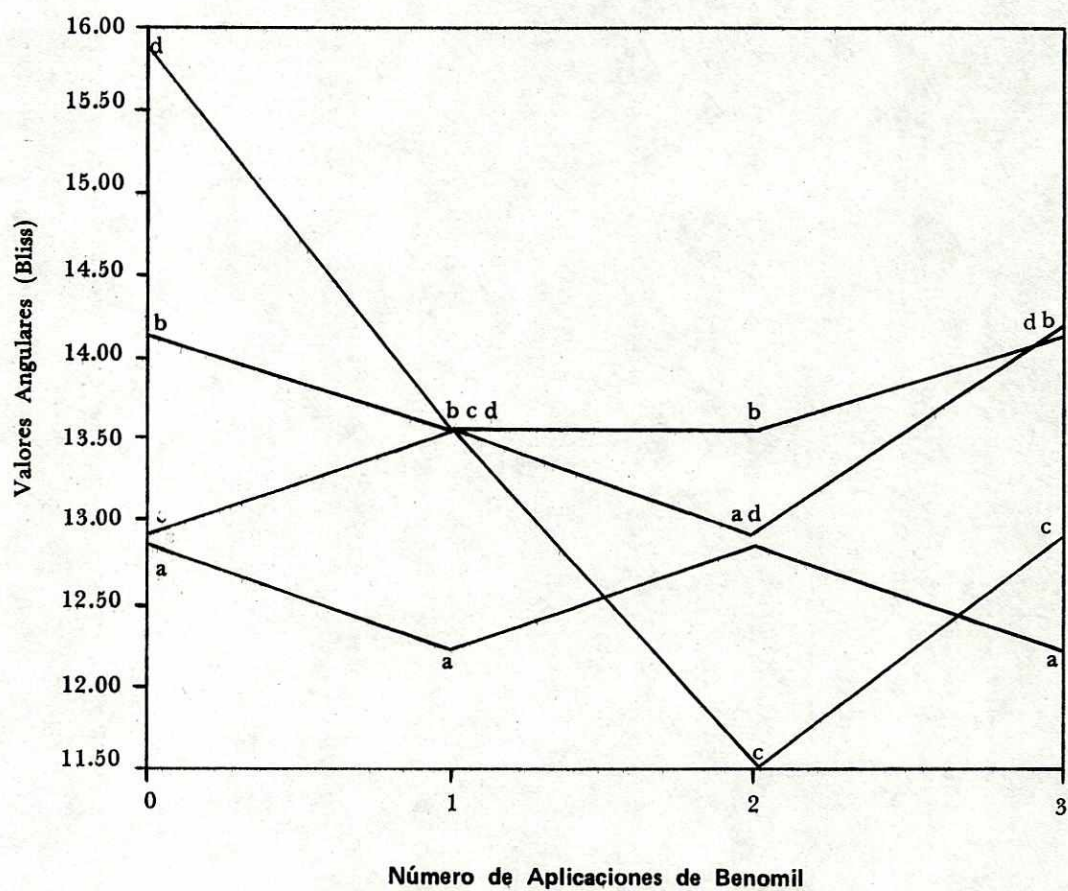


Fig. 3: Influencia del número de aplicaciones de Benomil sobre la severidad transformada a valores angulares.

Cuadro 8. Rendimientos de frijol al 14o/o de humedad, expresado en kilogramos por hectárea según tratamientos, obtenidos en la finca El Jocotillo.

LABRANZAS (a)	VARIETADES	TRATAMIENTOS CON BENOMIL Aplicaciones	MEDIAS kg / ha
LM	Tamazulapa	0	2176
	Tamazulapa	1	1979
	Tamazulapa	2	2598
	Tamazulapa	3	2019
		Subsubtotal	2193
	M.G.Oratorio	0	2275
	M.G.Oratorio	1	2631
	M.G.Oratorio	2	1631
	M.G.Oratorio	3	1682
		Subsubtotal	2055
LC	Tamazulapa	0	2378
	Tamazulapa	1	3227
	Tamazulapa	2	3200
	Tamazulapa	3	3076
		Subsubtotal	2970
	M.G.Oratorio	0	1836
	M.G.Oratorio	1	2553
	M.G.Oratorio	2	2410
	M.G.Oratorio	3	2751
		Subsubtotal	2388

(a) Labranzas: LM = Labranza mínima y LC = Labranza con camellones.

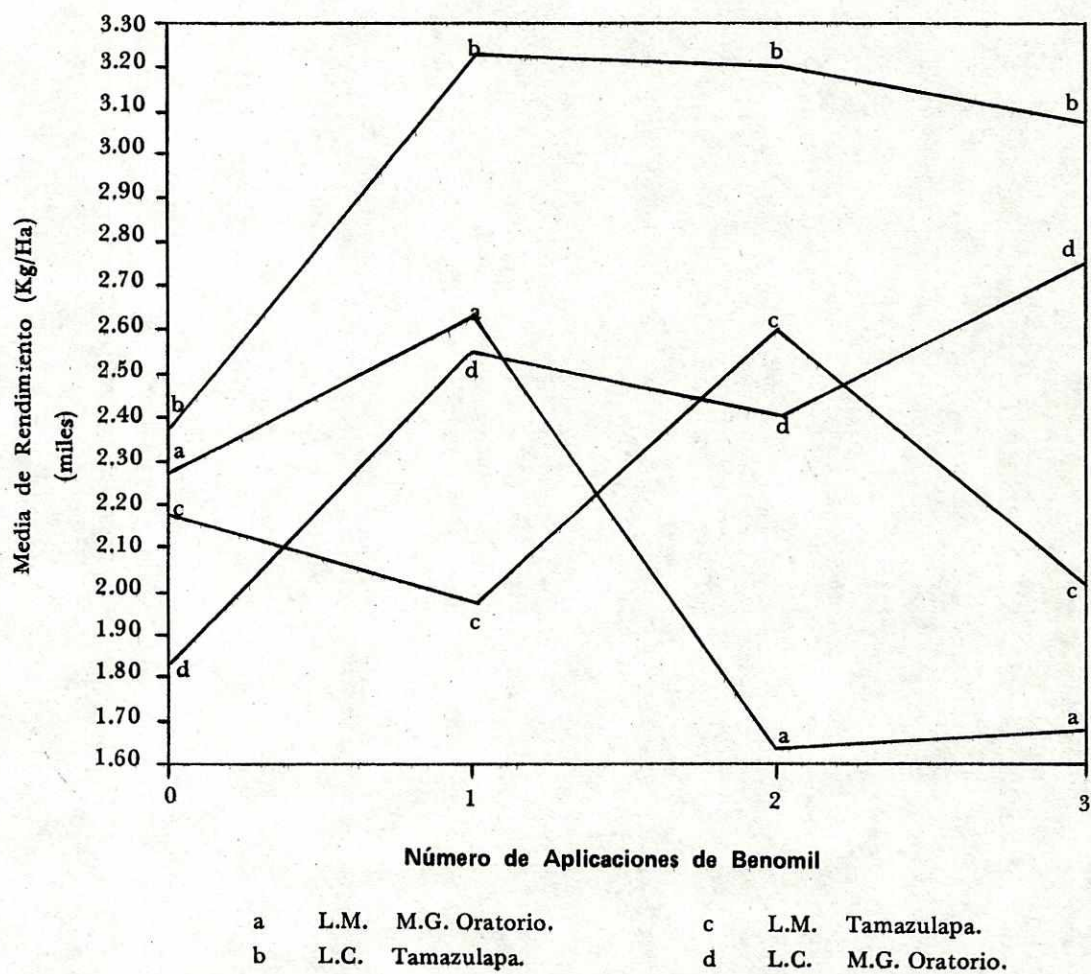
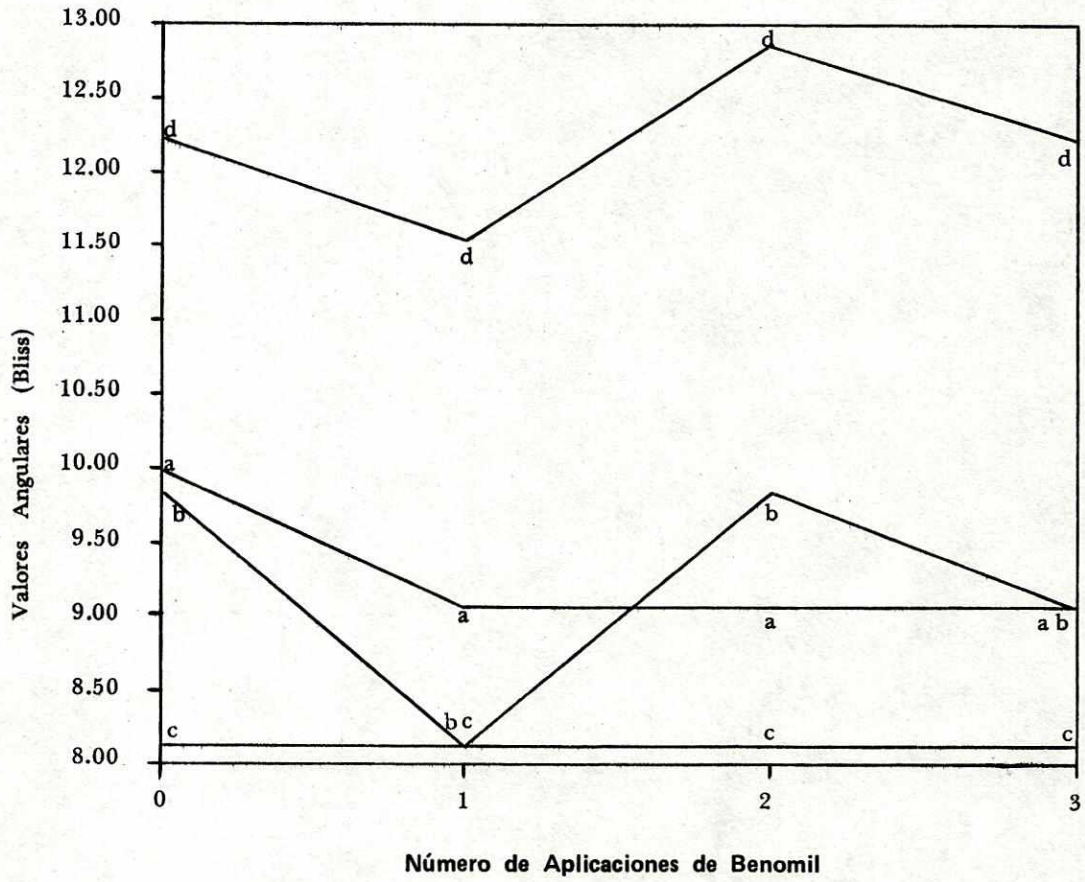


Fig. 4. Efecto del número de aplicaciones de Benomil sobre las medias de rendimiento.

Cuadro 9. Evaluación de la severidad de mustia hilachosa, expresado en valores angulares (según C. J. Bliss) correspondientes a los valores de la escala de 1 a 9 usado para calificación en la finca El Jocotillo.

LABRANZAS (a)	VARIEDADES	TRATAMIENTOS CON BENOMIL Aplicaciones	MEDIAS Val. ang.
LM	Tamazulapa	0	8.13
	Tamazulapa	1	8.13
	Tamazulapa	2	8.13
	Tamazulapa	3	8.13
		Subsubtotal	8.13
	M.G.Oratorio	0	9.98
	M.G.Oratorio	1	9.06
	M.G.Oratorio	2	9.06
	M.G.Oratorio	3	9.06
		Subsubtotal	9.29
LC	Tamazulapa	0	9.84
	Tamazulapa	1	8.13
	Tamazulapa	2	9.84
	Tamazulapa	3	9.06
		Subsubtotal	9.23
	M.G.Oratorio	0	12.23
	M.G.Oratorio	1	11.54
	M.G.Oratorio	2	12.86
	M.G.Oratorio	3	12.23
		Subsubtotal	12.22

(a) Labranzas: LM = Labranza mínima y LC = Labranza con camellones.



a L.M. M.G. Oratorio. c L.M. Tamazulapa.
 b L.C. Tamazulapa d L.C. M.G. Oratorio.

Fig. 5. Influencia del número de aplicaciones de Benomil sobre la severidad transformada a valores angulares.

B. Análisis de varianza y comparación de medias para los tratamientos estudiados sobre las diferentes variables.

Los datos sobre rendimiento y severidad, Cuadros 6, 7, 8, y 9, fueron sometidos al análisis de varianza para determinar el efecto de la parcela grande, parcela media, parcela chica y la interacción entre ellas sobre el rendimiento y la severidad del ataque de mustia hilachosa. Los resultados estadísticos se muestran en los Cuadros 10, 12, 14 y 16.

Al realizar el análisis de varianza, se detectó a un nivel de 5o/o una no significancia para todos los factores y sus interacciones, lo que supone que no son independientes. Esta no significancia se muestra en los Cuadros 10, 12, 14 y 16.

Como consecuencia, se realizó una comparación de medias a través de la prueba de Duncan, a una probabilidad de cometer error tipo I del 5o/o. Cuadros 11, 13, 15 y 17.

Los resultados obtenidos para rendimiento promedio según tratamiento, para la localidad de Cuyuta, se presentan en el Cuadro 11 y se observa que los tratamientos son estadísticamente iguales y superiores al testigo. Los tratamientos labranza mínima, variedad criolla con una y tres aplicaciones de Benomil son los que produjeron el mayor rendimiento superando al testigo (labranza con camellones, variedad criolla con 0 aplicaciones de Benomil) por 1579 y 1473 kg/ha o sea en un 245.8o/o y 236.0o/o respectivamente.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable rendimiento correspondiente a la localidad del Centro Experimental del ICTA en Cuyuta.

Causas de variación	G. L.	C.M.	F C.
Repeticiones	1	239,776	0.437 ns
Parcela Grande	1	5,446,650	9.928 ns
Error (a)	1	548,624	
Parcela Media	1	3,832	0.023 ns
P. Grande x P. Media	1	49,136	0.293 ns
Error (b)	2	167,672	
Parcela Chica	3	355,325	2.122 ns
P. Grande x P. Chica	3	58,688	0.371 ns
P. Media x P. Chica	3	134,621	0.852 ns
P. Grande x P. Media x P. Chica	3	9,683	0.061 ns
Error (c)	12	157,999	
TOTAL	31		

C. V. con error a = 38.47o/o

C. V. con error b = 21.27o/o

C. V. con error c = 20.65o/o

ns No significativo

Cuadro 11. Comparación de medias de rendimiento para la interacción parcela grande, parcela media y parcela chica correspondientes a la localidad del Centro Experimental del ICTA en Cuyuta.

TRATAMIENTOS (a)	RENDIMIENTOS PROMEDIO (kg/ha)	SIGNIFICANCIA
Lm Crio 1 Be	2662	a
Lm Crio 3 Be	2556	a
Lm Tama 3 Be	2526	a
Lm Tama 1 Be	2337	a
Lm Tama 2 Be	2286	a
Lm Crio 0 Be	2172	a
Lm Tama 0 Be	2091	a
Lm Crio 2 Be	2075	a
Lc Crio 0 Be	1083	b

(a) Tratamientos: Lm = labranza mínima, Lc = labranza con camellones, Crio = variedad Media Guía Oratorio, Tama = variedad ICTA Tamazulapa, 0 Be = sin aplicar Benomil, 1 Be = una aplicación de Benomil, 2 Be = dos aplicaciones de Benomil y 3 Be = tres aplicaciones de Benomil.

Al comparar las medias de valores angulares según tratamiento, para la misma localidad (Cuadro 13), se observan diferencias estadísticamente significativas entre las medias comparadas, siendo el tratamiento labranza mínima, variedad ICTA Tamazulapa con 2 aplicaciones de Benomil el que obtuvo el menor valor angular (73o/o menos ataque de mustia hilachosa en relación al testigo), seguido de los tratamientos labranza mínima, variedad criolla con 1 y 3 aplicaciones de Benomil respectivamente, los cuales son estadísticamente iguales e inferiores al testigo.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable severidad, correspondiente a la localidad del Centro Experimental del ICTA en Cuyuta.

Causas de variación	G. L.	C. M.	F. C.
Repeticiones	1	0.3838	0.092 ns
Parcela Grande	1	14.5381	3.486 ns
Error (a)	1	4.1709	
Parcela Media	1	0.0210	0.007 ns
P. Grande x P. Media	1	0.4658	0.158 ns
Error (b)	2	2.9519	
Parcela Chica	3	2.0535	3.065 ns
P. Grande x P. Chica	3	0.8122	1.212 ns
P. Media x P. Chica	3	0.9100	1.358 ns
P. Grande x P. Media x P. Chica	3	1.4092	2.103 ns
Error (c)	12	0.6700	
TOTAL	31		

C. V. con error a = 15.34o/o

C. V. con error b = 12.91o/o

C. V. con error c = 6.15o/o

ns No significativo

Cuadro 13. Comparación de medias de severidad para la interacción parcela grande, parcela media y parcela chica correspondientes a la localidad del Centro Experimental del ICTA en Cuyuta.

TRATAMIENTOS (a)	VALORES ANGULARES PROMEDIO (C. J. Bliss)	SIGNIFICANCIA
Lm Tama 2 Be	11.54	a
Lm Crio 1 Be	12.23	b
Lm Crio 3 Be	12.23	b
Lm Crio 0 Be	12.86	c
Lm Crio 2 Be	12.86	c
Lm Tama 0 Be	12.92	d
Lm Tama 3 Be	12.92	d
Lc Crio 2 Be	12.92	d
Lc Crio 0 Be	15.89	e

(a) Tratamientos: la simbología utilizada en este cuadro para identificar a los tratamientos es la misma que en el Cuadro 11.

Para la localidad de finca El Jocotillo, los resultados obtenidos para rendimiento promedio según tratamiento, se presentan en el Cuadro 15 y se observa que los tratamientos son estadísticamente iguales y superiores al testigo, siendo los tratamientos labranza con camellones, variedad ICTA Tamazulapa con 1, 2 y 3 aplicaciones de Benomil las que produjeron el mayor rendimiento superando al testigo (labranza con camellones, variedad criolla con 0 aplicaciones de Benomil) por 1391, 1364 y 1240 kg/ha o sea en un 175.8, 174.3 y 167.5o/o respectivamente.

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable rendimiento, correspondiente a la localidad de finca El Jocotillo.

Causas de variación	G. L.	C.M.	F. C.
Repeticiones	1	3,030,110	1271.00 **
Parcela Grande	1	2,464,770	1033.80 **
Error (a)	1	2,348	
Parcela Media	1	1,038,610	1.03 ns
P. Grande x P. Media	1	394,928	0.39 ns
Error (b)	2	1,005,890	
Parcela Chica	3	260,149	1.38 ns
P. Grande x P. Chica	3	487,093	2.57 ns
P. Media x P. Chica	3	273,552	1.45 ns
P. Grande x P. Media x P. Chica	3	234,779	1.24 ns
Error (c)	12	189,228	
TOTAL	31		

C. V. con error a = 2.03o/o

C. V. con error b = 41.77o/o

C. V. con error c = 18.12o/o

** Altamente significativo

ns No significativo

Cuadro 15. Comparación de medias de rendimiento para la interacción parcela grande, parcela media y parcela chica, correspondiente a la localidad de finca El Jocotillo.

TRATAMIENTOS (a)	RENDIMIENTO PROMEDIO (kg/ha)	SIGNIFICANCIA
Lc Tama 1 Be	3227	a
Lc Tama 2 Be	3200	a
Lc Tama 3 Be	3076	a
Lc Crio 3 Be	2751	a
Lm Crio 1 Be	2631	a
Lm Tama 2 Be	2598	a
Lc Crio 1 Be	2553	a
Lc Crio 2 Be	2410	a
Lc Crio 0 Be	1836	b

(a) Tratamientos: la simbología utilizada en este cuadro para identificar a los tratamientos es la misma que en el Cuadro 11.

En cuanto a los promedios de valores angulares en función de tratamientos, el Cuadro 17 muestra la igualdad para los tratamientos labranza mínima, variedad ICTA Tamazulapa con 0, 1, 2 y 3 aplicaciones de Benomil y labranza con camellones, variedad ICTA Tamazulapa con 1 aplicación de Benomil; aunque éstos fueron un 66o/o menos atacados por la mustia hilachosa (menor valor angular) en relación al testigo (labranza con camellones, variedad criolla con 0 aplicaciones de Benomil) que obtuvo un valor angular de 12.23.

Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable severidad, correspondiente a la localidad de finca El Jocotillo.

Causas de variación	G. L.	C.M.	F. C.
Repeticiones	1	4.670	0.590 ns
Parcela Grande	1	32.200	4.060 ns
Error (a)	1	7.920	
Parcela Media	1	34.570	78.490 **
P. Grande x P. Media	1	6.810	15.470 ns
Error (b)	2	0.440	
Parcela Chica	3	1.160	1.340 ns
P. Grande x P. Chica	3	0.770	0.880 ns
P. Media x P. Chica	3	0.015	0.017 ns
P. Grande x P. Media x P. Chica	3	0.390	0.447 ns
Error (c)	12	0.866	
TOTAL	31		

C. V. con error a = 28.98o/o

C. V. con error b = 6.83o/o

C. V. con error c = 9.58o/o

** Altamente significativo

ns No significativo

Cuadro 17. Comparación de medias de severidad para la interacción parcela grande, parcela media y parcela chica correspondiente a la localidad de finca El Jocotillo.

TRATAMIENTOS (a)	VALORES ANGULARES PROMEDIO (C. J. Bliss)	SIGNIFICANCIA
Lm Tama 0 Be	8.13	a
Lm Tama 1 Be	8.13	a
Lm Tama 2 Be	8.13	a
Lm Tama 3 Be	8.13	a
Lc Tama 1 Be	8.13	a
Lm Crio 1 Be	9.05	b
Lm Crio 2 Be	9.05	b
Lm Crio 3 Be	9.05	b
Lc Crio 0 Be	12.23	c

(a) Tratamientos: la simbología utilizada en este cuadro para identificar a los tratamientos es la misma que en el Cuadro 11.

C. Análisis económico

El análisis económico fue basado en los resultados estadísticos. De la comparación de medias se seleccionaron los ocho tratamientos que resultaron con mayores rendimientos en kilogramos por hectárea. Estos a su vez son comparados con el testigo que representa la tecnología tradicional predominante en la zona de estudio. A cada tratamiento se le aplicó un presupuesto económico para lo cual se estimó el costo total e ingreso bruto total. Los resultados corresponden a precios y costos del año 1984.

En el análisis económico se integró un presupuesto parcial, el cual compara los costos totales e ingresos brutos por hectárea de los distintos tratamientos con relación al costo total e ingreso bruto del testigo. Lo anterior resulta en costo adicional e ingreso adicional. Obsérvese en el Cuadro 18 que todos los tratamientos tienen un menor costo económico e ingresos adicionales mayores que el testigo. Lo anterior resulta en un ingreso neto adicional significativamente alto para el agricultor.

La mejor alternativa económica para el agricultor en general es aquella que provee de mayores ingresos adicionales por hectárea. En este caso, es el tratamiento labranza mínima, variedad criolla con 1 aplicación de Benomil. El óptimo desde el punto de vista individual dependerá del objetivo del agricultor y de los recursos disponibles (mano de obra, tierra, capital, etc.). Un agricultor con acceso ilimitado a crédito debiera seleccionar el tratamiento citado anteriormente. Sin embargo, un agricultor con limitados recursos financieros podría escoger un tratamiento menos costoso que el óptimo económico por hectárea y así poder sembrar mayor área y mejorar sus ingresos absolutos.

El determinar los objetivos y los recursos con que cuenta el productor típico de frijol no es relevante al presente estudio. Sin embargo es una área que queda abierta para trabajos e investigaciones futuras.

Adicionalmente se realizó un análisis de sensibilidad variando únicamente el precio del frijol (Cuadros 18, 19 y 20). El objetivo de realizar dicho análisis es el de determinar si los tratamientos que ofrecen el potencial de mejorar el ingreso neto adicional al precio asumido de Q0.66 por kilogramo (Q30.00 por quintal), son también las mejores alternativas económicas bajo distintos escenarios. Los precios utilizados para el análisis fueron de Q0.55 por kilogramo (Q25.00 por quintal) y Q0.77 por kilogramo (Q35.00 por quintal).

El resultado del análisis de sensibilidad muestra que los tratamientos seleccionados son mejores alternativas económicas bajo distintos precios del producto y que la tecnología tradicional representada por el testigo.

El análisis económico indica que el agricultor en la costa suroriental podría mejorar significativamente sus ingresos netos utilizando un control integrado de la mustia hilachosa.

Cuadro 18. Costos e ingresos comparativos al testigo, al precio asumido de Q0.66 por kilogramo de frijol.

Tratamiento (a)	Rend. Kg/ha	Costo total Q/ha	Costo adicional Q/ha	o/o	Ingreso bruto Q/ha	Ingreso adicional Q/ha	o/o	Ingreso neto adic- cional Q/ha
LmCrio1Be	2662	519	- 101	- 16.2	1757	1042	145.8	1143
LmCrio3Be	2556	545	- 75	- 12.1	1687	972	136.0	1047
LmTama3Be	2526	562	- 58	- 9.3	1667	952	133.2	1010
LmTama1Be	2337	537	- 84	- 13.5	1542	828	115.8	911
LmTama2Be	2286	549	- 71	- 11.5	1509	794	111.1	865
LmCrio0Be	2172	510	- 110	- 17.8	1434	719	100.6	829
LmTama0Be	2091	527	- 93	- 15.0	1380	665	93.1	758
LmCrio2Be	2075	532	- 88	- 14.3	1370	655	91.6	743
Lc_Crio0Be	1083	620	0	0.0	715	0	0.0	0

(a) Tratamiento: la simbología utilizada en este cuadro para identificar a los tratamientos es la misma que en el Cuadro 11.

Cuadro 19. Costos e ingresos comparativos al testigo, al precio asumido de Q0.55 por kilogramo de frijol.

Tratamiento (a)	Rend. kg/ha	Costo total Q/ha	Costo adicional Q/ha	o/o	Ingreso bruto Q/ha	Ingreso adicional Q/ha	o/o	Ingreso neto adic- cional Q/ha
LmCrio1Be	2662	519	- 101	- 16.2	1464	869	145.8	970
LmCrio3Be	2556	545	- 75	- 12.1	1406	810	136.0	885
LmTama3Be	2526	562	- 58	- 9.3	1389	794	133.2	852
LmTama1Be	2337	537	- 84	- 13.5	1285	690	115.8	773
LmTama2Be	2286	549	- 71	- 11.5	1257	662	111.1	733
LmCrio0Be	2172	510	- 110	- 17.8	1195	599	100.6	709
LmTama0Be	2091	527	- 93	- 15.0	1150	554	93.1	648
LmCrio2Be	2075	532	- 88	- 14.3	1141	546	91.6	634
Lc Crio0Be	1083	620	0	0.0	596	0	0.0	0

(a) Tratamiento: la simbología utilizada en este cuadro para identificar a los tratamientos es la misma que en el Cuadro 11.

Cuadro 20. Costos e ingresos comparativos al testigo, al precio asumido de Q0.77 por kilogramo de frijol.

Tratamiento (a)	Rend. kg/ha	Costo total Q/ha	Costo adicional Q/ha	o/o	Ingreso bruto Q/ha	Ingreso adicional Q/ha	o/o	Ingreso neto adi- cional Q/ha
LmCrio1Be	2662	519	- 101	- 16.2	2050	1216	145.8	1317
LmCrio3Be	2556	545	- 75	- 12.1	1968	1134	136.0	1209
LmTama3Be	2526	562	- 58	- 9.3	1945	1111	133.2	1169
LmTama1Be	2337	537	- 84	- 13.5	1800	967	115.8	1049
LmTama2Be	2286	549	- 71	- 11.5	1760	926	111.1	998
LmCrio0Be	2172	510	- 110	- 17.8	1672	839	100.6	949
LmTama0Be	2091	527	- 93	- 15.0	1610	776	93.1	869
LmCrio2Be	2075	532	- 88	- 14.3	1598	764	91.6	852
LcCrio0Be	1083	620	0	0.0	834	0	0.0	0

(a) Tratamiento: la simbología utilizada en este cuadro para identificar a los tratamientos es la misma que en el Cuadro 11.

V. CONCLUSIONES

Tomando en consideración los objetivos e hipótesis planteados y los resultados obtenidos y discutidos en el presente estudio, puede concluirse lo siguiente:

- A. La labranza mínima es una práctica que contribuye a reducir el daño causado por la mustia hilachosa.
- B. El uso del fungicida Benomil contribuyó en el control de la mustia hilachosa en ambas localidades, siendo 1 y 2 el mejor número de aplicaciones para la finca El Jocotillo y el Centro Experimental del ICTA en Cuyuta respectivamente.
- C. La variedad Media Guía Oratorio (testigo) ha sobrevivido a través de los años en áreas muy afectadas por la mustia hilachosa, lo que implica que debe tener tolerancia en algún grado a esta enfermedad.
- D. La labranza mínima, variedad tolerante y el uso del fungicida Benomil en el cultivo del frijol ayuda a:
 - 1. Reducir la severidad de la enfermedad en un 73o/o.
 - 2. Incrementar la productividad en un 245.8o/o.
 - 3. Proveer ingresos adicionales mayores al 145.8o/o.
 - 4. Mejorar los ingresos netos bajo distintos precios del producto.

En relación al testigo.

- E. En ninguno de los cuatro análisis de varianza se presentó significancia estadística para la interacción niveles de laboreo del terreno por variedades de frijol por aplicaciones del fungicida Benomil, lo que permite aceptar la hipótesis en su planteamiento original.

BIBLIOGRAFIA

1. CASTRO, J. Estudio sobre la transmisión de Thanatephorus cucumeris (Frank) Donk y Colletotrichum lindemuthianum (Sacc. & Magn.) Scrib. en la semilla de frijol. Tesis Ing. Agr., San José, Univ. Costa Rica, 1970. pp. 8-15.
2. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Sistema de evaluación estándar para frijol. Cali, Colombia, 1984. 27 p.
3. FERNANDEZ, F., GEPTS, P. y M. LOPEZ. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común: guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 1982. 26 p.
4. GALVEZ, G.E., GALINDO, J. J. y M. CASTAÑO. La mustia hilachosa del frijol y su control: guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre mismo tema. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 1982. 20 p.
5. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Memorias de labores 1979-1980. Guatemala. pp. 16-20. s.n.t.
6. MANZANO, J. M. Evaluación de fungicidas para el control de la mustia hilachosa, Thanatephorus cucumeris, y su efecto sobre el cultivo del frijol común en El Salvador. In: 19a. Reunión Anual Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de los Cultivos Alimenticios. San José, Costa Rica, 1973. 20 p.
7. MASAYA, P. Caracterización de variedades comerciales modernas. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Jutiapa, Guatemala, 1981. 10 p.
8. MENDOZA, A. Uso de Benomil, Maneb y la cobertura del suelo en el control de la mustia hilachosa en 4 cultivares mejorados de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en dos localidades bajas y húmedas de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, 1984. 38 p.

9. MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento por Jorge René De La Cruz. Guatemala, Departamento de Divulgación Agrícola, DIGESA, 1982. 42 p.
10. MORA, B. y G. GALVEZ. Evaluación de variedades promisorias de frijol (P. vulgaris L.) a la incidencia de mustia; In: 25a. Reunión Anual Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de los Cultivos Alimenticios. Tegucigalpa, Honduras, 1979. 5 pp.
11. OSPINA, H. F. y H. F. SCHWARTZ. Enfermedades del frijol causadas por hongos y su control: guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 1980, 56 pp.
12. PARMETER Jr., J. R., SHERWOOD., R. T. and W. D. PLATT. Anastomosis grouping among isolates of Thanatephorus cucumeris. University of California Press, Berkeley, 1969. *Phytopathology* 59: 1270-1278.
13. REYES CASTAÑEDA., P. Diseño de experimentos aplicados. México, Trillas, 1981. 344 p.
14. SCHWARTZ., H. F. y G. E. GALVEZ. Problemas de producción del frijol: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de Phaseolus vulgaris. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 1980. 424 p.
15. SIMMONS., CH., TARANO., M. y H. PINTO. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José De Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
16. ZAUMEYER., W. J. y H. R. THOMAS. A monographic study of bean diseases and methods for their control. U.S.D.A. Agr. Tech. Bull. No. 868. 1957. pp. 63-65.