

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DEL EFECTO DE 2 CEPAS NATIVAS DE HONGOS ENTOMOPATOGENOS SOBRE LAS POBLACIONES DE Leptophobia aripa ASOCIADAS A LOS CULTIVOS DE BROCOLI (Brassica oleracea var. Botrytis, subvar. Italica) Y REPOLLO (Brassica oleracea var. Capitata), EN LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO.

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

SERGIO ALFREDO RIVERA YAT
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, FEBRERO DE 1,996.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. JOSE ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. CARLOS ROBERTO MOTTA
VOCAL CUARTO:	P.A. HENRY ESTUARDO ESPAÑA
VOCAL QUINTO:	Br. MYNOR JOAQUIN BARRIOS OCHAETA
SECRETARIO:	Ing. Agr. GUILLERMO MENDEZ



Guatemala, Febrero de 1,996.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores representantes:

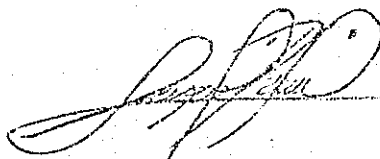
De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DEL EFECTO DE 2 CEPAS NATIVAS DE HONGOS ENTOMOPATOGENOS SOBRE LAS POBLACIONES DE Leptophobia aripa ASOCIADAS A LOS CULTIVOS DE BROCOLI (Brassica oleracea var. Botrytis, subvar. Itálica) Y REPOLLO (Brassica oleracea var. Capitata), el La Alameda, Chimaltenango.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento por la atención a la presente.

Atentamente



Sergio Alfredo Rivera Yat

UNIVERSIDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Fuente de iluminación en el desarrollo de mi vida.

A MIS PADRES

José Federico Rivera Pineda (QEPD)
María de Jesús Yat Casado,
por su sacrificio y apoyo para alcanzar las metas deseadas.

A MIS HERMANOS

José María, Vilma Patricia, Rudy Estuardo,
Virginia Yaneth y Rafael Enrique.
Con cariño especial.

A MI FAMILIA

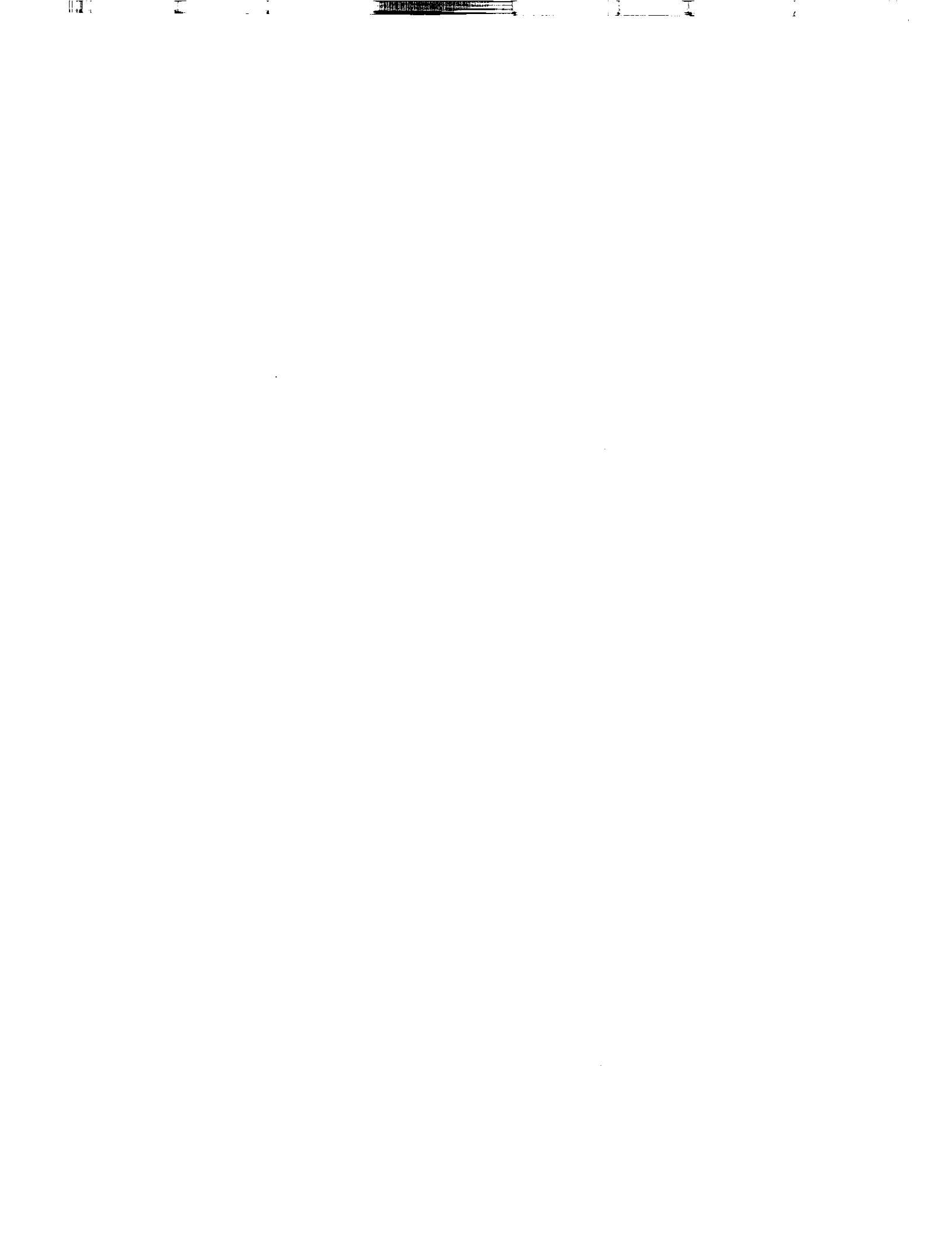
EN GENERAL

Como muestra de cariño y agradecimiento.

A MIS AMIGOS Y

COMPAÑEROS

Como recuerdo de las experiencias compartidas, muestra de amistad y estímulo para seguir siempre adelante.



AGRADECIMIENTO

A:

Mis asesores:

Ing. Agr. M. Sc. Rolando Aguilera Mejia

Ing. Agr. M. Sc. Samuel Córdova Calvillo

Ing. Agr. M. Sc. Edil Rodríguez Quezada

Gracias por la asesoría brindada en la ejecución del presente trabajo.

Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola La Alameda, Chimaltenango, por el apoyo brindado en la realización de la presente investigación.

Mi familia por su valioso apoyo económico y moral.

Todas aquellas personas que con su apoyo permitieron la realización y culminación de la presente investigación.



INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAGINA
Indice de Figuras	ii
Indice de Cuadros	ii
Resumen	iv
1. Introducción	1
2. Definición del problema	3
3. Marco teorico	
3.1 Marco conceptual	
3.1.1 Cultivo de brócoli	5
3.1.2 Cultivo de repollo	6
3.1.3 Gusano anillado de la col	7
3.1.4 Control biológico	8
3.1.4.1 Perspectivas del control biológico en Guatemala	8
3.1.4.2 Las limitaciones para usar el control biológico de plagas en Guatemala	9
3.1.4.3 Control microbiano	9
3.1.4.3.1 Hongos como entomopatógenos	14
3.1.4.3.2 Atributos de un buen agente de control microbiano	16
3.1.4.3.3 Ventajas del control microbiano	17
3.1.4.3.4 Desventajas del control microbiano	17
3.1.4.3.5 Formas de producción de los hongos entomopatógenos	18
3.1.4.4 Identificación del agente causal de enfermedad	19
3.2 Marco referencial	
3.2.1 Descripción del área	
3.2.1.1 Localización	21
3.2.1.2 Condiciones climaticas	21
3.2.1.3 Condiciones edaficas	21
3.2.2 Investigaciones relacionadas con el tema	22
3.2.3 Características de los hongos utilizados	24
3.2.3 Características de las variedades utilizadas	28
4. Objetivos	29
5. Hipótesis	30
6. Metodología	
6.1 Metodología experimental	31
6.2 Metodología de producción de los inoculantes entomopatógenos	33
6.3 Diagnostico de las larvas muertas	35
6.4 Toma de datos	36
6.5 Manejo de los cultivos	36
6.6 Análisis de la información	37
7. Resultados y discusión	
7.1 Forcentaje de mortalidad	38
8. Conclusiones	46
9. Recomendaciones	47
10. Bibliografía	48
11. Apendice	51



INDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCION	PAGINA
1.	Porcentaje promedio total de mortalidad de larvas de <u>Leptophobia aripa</u> en el cultivo de repollo por acción de los hongos entomopatogenos evaluados.	44
2.	Porcentaje promedio total de mortalidad de larvas de <u>Leptophobia aripa</u> en el cultivo de brócoli por acción de hongos entomopatogenos evaluados.	45

INDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCION	PAGINA
1.	Análisis de suelo del área experimental del centro de producción del ICTA, La Alameda, Chimaltenango 1995.	22
2.	Porcentaje de mortalidad de <u>Leptophobia aripa</u> semanal causada por los patógenos en los cultivos de brócoli y repollo en la estación experimental del ICTA La Alameda, Chimaltenango 1,995.	38
3.	Análisis de varianza para las variable porcentaje de mortalidad de <u>Leptophobia aripa</u> semanal, en los cultivos de brocoli y repollo en la estación experimental del ICTA La Alameda, Chimaltenango 1995.	39
4.	Porcentaje promedio total de mortalidad de larvas de <u>Leptophobia aripa</u> causados por los microorganismos entomopatogenos utilizados en el cultivo de repollo y brócoli.	40
5.	Análisis de varianza para el porcentaje promedio total de mortalidad de larvas de <u>Leptophobia aripa</u> en el cultivo de y brocoli y repollo en la estación experimental del ICTA La Alameda, Chimaltenango 1,995.	41
6.	Resumen de la comparación múltiple de medias de la variable porcentaje de mortalidad de larvas de <u>Leptophobia aripa</u> en el cultivo de repollo en la Estación Experimental del ICTA La Alameda Chimaltenango 1,995.	42
7.	Resumen de la comparación múltiple de medias de la variable porcentaje de mortalidad de larvas de <u>Leptophobia aripa</u> en el cultivo de brócoli en la Estación Experimental del ICTA La Alameda Chimaltenango 1,995.	42

- 8A. Resultados de campo de la variable rendimiento en el cultivo de repollo y brócoli expresados en kg/ha, en la estación experimental del ICTA La Alameda, Chimaltenango 1,995. 51
- 9A. Población acumulada de larvas vivas y muertas de Leptophobia aripa en los cultivos de repollo y brócoli. 51
- 10A. Datos transformados de la variable porcentaje de mortalidad de Leptophobia aripa semanal, en los cultivos de repollo y brócoli en La Estación experimental del ICTA, La Alameda, Chimaltenango 1,995. 52
- 11A. Datos transformados de la variable porcentaje promedio total de mortalidad de Leptophobia aripa en los cultivos de repollo y brócoli en La Estación Experimental del ICTA, La Alameda, Chimaltenango 1,995. 52

EVALUACION DEL EFECTO DE 2 CEPAS NATIVAS DE HONGOS ENTOMOPATOGENOS SOBRE LAS POBLACIONES DE Leptophobia aripa ASOCIADAS A LOS CULTIVOS DE BROCOLI (Brassica oleracea var. Botrytis, subvar. Italica) Y REPOLLO Brassica oleracea var. Capitata), EN LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO.

EVALUATION OF THE EFFECT OF TWO NATIVE ENTOMOPATHOGENIC FUNGI STRAINS ON Leptophobia aripa POPULATIONS ASOCIATED TO BROCCOLI (Brassica oleracea var. Botrytis, subv. Italica) AND CABBAGE (Brassica oleracea var. Capitata) CROPS, IN THE ALAMEDA, CHIMALTENANGO.

RESUMEN

La investigación se realizó en la estación experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), ubicada en La Alameda, Chimaltenango. Esta investigación forma parte del proyecto "Pruebas de patogenicidad con microorganismos entomopatógenos de plagas hortícolas y su uso potencial como agentes de control biológico" (2), realizado por investigadores del Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía y la Dirección General de Investigación (DIGI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El propósito de la investigación fue determinar la mortalidad causada por dos hongos entomopatógenos (Spicaria sp. y Fusarium sp.) sobre las larvas de Leptophobia aripa asociadas a los cultivos de brócoli y repollo a nivel de campo. Para dar respuesta a los objetivos, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar en un arreglo combinatorio de 2X3 con seis tratamientos y cinco repeticiones. La variable respuesta fue: porcentaje de mortalidad de larvas de Leptophobia aripa en los cultivos de brócoli y repollo.

Los datos transformados de la variable porcentaje promedio total de mortalidad de Leptophobia aripa, se sometieron a un análisis de varianza y se determinó que existió diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, por lo que se realizó una prueba de comparación múltiple de medias con el estadístico de Tukey al 5% de significancia. Además se realizó un análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad semanal.

Los resultados obtenidos indicaron que bajo las condiciones en que se desarrolló la investigación, el hongo entomopatógeno Spicaria sp. causó un porcentaje de mortalidad de 36.45 y 30.15% en las larvas de Leptophobia aripa asociadas a repollo y brócoli respectivamente; y que Fusarium sp. causó porcentajes de mortalidad en Leptophobia aripa de 13.13 y 10.89% para repollo y brócoli.

se obtuvieron rendimientos de repollo que oscilaron entre 62490.00 a 63718.00 kg/ha, y rendimientos de brócoli entre 11370.00 y 11640.00 kg/ha.

1. INTRODUCCION

El Brócoli Brassica oleracea Var. Botrytis, subvar. Itálica y el Repollo Brassica oleraceae Var. Capitata poseen gran demanda internacional, ya que según la Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales (15), de julio a diciembre de 1994 se exportaron 31,349,421.87 kilos de brócoli y 6,266,228.00 kilos de repollo a un costo de 104,003,972.22 y 6,266.225.00 quetzales respectivamente, representando una buena alternativa para mejorar los ingresos y por ende el nivel de vida de los agricultores. Los cultivos de brócoli y repollo lo cultivan tanto pequeños como medianos productores, los cuales utilizan mano de obra familiar, así como contratada; además, estos cultivos generan fuente de trabajo en las plantas de procesamiento.

El cultivo del brócoli y repollo presenta algunos problemas, siendo el principal, el ataque de diversas plagas de insectos que afectan el follaje y la calidad del producto. Dentro de estas plagas destacan las larvas de lepidópteros, tal es el caso de la Palomilla Dorso de Diamante (Plutella xylostella), el Gusano Anillado de la Col (Leptophobia aripa) y el Falso Medidor (Trichoplusia ni) que afectan directamente las plantas en los campos de cultivo, así como también, por su presencia, provocan rechazo en las empresas procesadoras.

Esta situación ha causado el uso excesivo de plaguicidas para controlar estos insectos-plaga; lo cual a su vez, ha disturbado los agroecosistemas, al causar la muerte de los enemigos naturales que regulan las poblaciones de insectos-plaga. Esta situación ha favorecido el incremento poblacional de estos insectos y el surgimiento de plagas secundarias.

Por lo que, para tener éxito en el manejo poblacional de insectos plaga es necesaria la utilización de medidas de control que permitan mantener el equilibrio en el agroecosistema; una estrategia es la utilización de insecticidas de naturaleza biológica, tal como los microorganismos entomopatógenos que causen enfermedades en los insectos.

La presente investigación, permitió evaluar el efecto de Spicaria sp. y Fusarium sp. sobre las poblaciones naturales de Leptophobia aripa. Estos entomopatógenos fueron aislados y seleccionados mediante la realización de pruebas de patogenicidad a nivel de invernadero (1,2), situación que motivó la realización de esta investigación a nivel de campo en los cultivos de brócoli y repollo que son susceptibles a esta plaga. Se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo combinatorio de 2X3 con seis tratamientos y cinco repeticiones, en donde la variable respuesta fué: el porcentaje de mortalidad de larvas de Leptophobia aripa presentes en los diferentes tratamientos.

Los resultados que se obtuvieron mostraron que con el hongo Spicaria sp. se obtuvo un porcentaje de mortalidad de 36.45 y 30.15% en repollo y brócoli respectivamente; y que Fusarium sp. causó los porcentajes de mortalidad siguientes: 13.13 y 10.89% para repollo y brócoli respectivamente. Esta investigación constituye parte del proyecto de pruebas de patogenicidad con microorganismos entomopatógenos de plagas hortícolas y su uso potencial como agentes de control biológico, que es desarrollado por investigadores del Instituto de Investigaciones Agronómicas y la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El trabajo de campo se desarrolló en 1,995 en la estación experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, La Alameda, Chimaltenango.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Los cultivos de brócoli (Brassica oleracea var. Botritis, subvar. Itálica) y repollo (Brassica oleracea var. Capitata), han resaltado su importancia en los últimos años, ya que según datos de la Gremial de Exportadores no Tradicionales (15) reportan que de julio a diciembre de 1994 se exportaron 31,349,421.87 kilos de brócoli y 6,266,228.00 kilos de repollo a un costo de 104,003,972.22 y 6,266.225.00 quetzales respectivamente, lo que sugiere que estos cultivos tienen gran demanda a nivel internacional, representando una buena alternativa para mejorar el nivel de vida de los agricultores.

Estos cultivos como otros presentan problemas de plagas, siendo el principal, las plagas de insectos que afectan el follaje, que disminuyen el rendimiento y afectan la calidad de los productos. Dentro de estas plagas están: La palomilla dorso de diamante Plutella xylostella, el gusano anillado de las coles Leptophobia aripa, el falso medidor Trichoplusia ni y el pulgón de las coles Brevicorine brassicae. Así mismo, Ochoa y Leal (22) estiman que en el caso del brócoli, del 10 al 15 % de las muestras analizadas de lotes de producción, son rechazadas en las plantas de procesamiento por la presencia de estos insectos en las partes comestibles.

Por lo que los agricultores para controlar estas plagas hacen uso excesivo de plaguicidas químicos, incrementando las dosis y el número de aplicaciones por temporada, reduciendo ostensiblemente las poblaciones naturales de parasitoides y depredadores que regulan las poblaciones de estas plagas. Este desbalance ecológico unido a la generación de resistencia a productos químicos, favorece el surgimiento de plagas secundarias que se unen a la plaga principal.

Así mismo, de acuerdo a Leal y Ochoa (22) por el uso indiscriminado de plaguicidas químicos, se tiene riesgo de rechazo de embarques por la presencia de residuos de plaguicidas que no han sido aprobados para ser usados o por presentar niveles superiores de tolerancia permitidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

Por lo que para tener éxito en el control de insectos plaga, es necesario establecer un manejo integrado de plagas que permita mantener el equilibrio del agroecosistema. Una estrategia es la utilización de microorganismos entomopatógenos que causen enfermedad y muerte de los insectos plaga.

Con la presente investigación, se dió seguimiento a los trabajos realizados por Aguilera, Rodríguez y Córdova (1,2), permitiendo evaluar 2 hongos entomopatógenos para el control de Leptophobia aripa en brócoli y repollo, que es un insecto plaga que afecta a estos cultivos.

3. MARCO TEORICO

3.1 Marco Conceptual

3.1.1 Cultivo de brócoli

El brócoli, Brassica oleracea var Botrytis, subvar. Itálica, es una col de la familia de las Brassicaceae (crucíferas); del cual la inflorescencia es utilizada para el consumo en fresco (ensaladas) o cocido, su sabor es agradable. La planta pasa por tres estados de desarrollo: semillero, vegetativo y de inflorescencia, que es la fase de producción comercial (5,10).

La planta de brócoli puede llegar a alcanzar alturas de 40 a 85 cm. El tallo de la flor (pedúnculo) y los botones o primordios florales son comercializados. El color de las hojas e inflorescencias varía de verde-oscuro a azul-verde, lo que depende de la variedad o híbrido. La inflorescencia o cabeza tiene forma de domo, cúpula o media cúpula. La forma de reproducción de este cultivo es por semilla (28).

Las zonas tradicionales de producción de brócoli, (Chimaltenango, Sacatepequez, Guatemala y Solola), se ampliaron a otros lugares tales como: Totonicapán, Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango, Jalapa, Chiquimula, Zacapa, Alta y Baja Verapaz. El cultivo lo realizan pequeños y medianos productores, los cuales además de utilizar mano de obra familiar, emplean mano de obra contratada (22).

El principal problema del cultivo de brócoli, lo constituyen las plagas de insectos que afectan al follaje, las cuales disminuyen el rendimiento y la calidad del producto. Se estima que del 10 al 15% de las muestras analizadas son rechazadas en las plantas de procesamiento por la presencia de insectos en las inflorescencias, lo cual según datos de La Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales (15)

representó en 1991, pérdidas que oscilaron entre Q. 318,220 y Q. 447,330.

3.1.2 Cultivo de repollo

Dentro del grupo de las coles, el repollo es el más conocido y cultivado por su amplia difusión y por la relativa facilidad de producción. El repollo se cultiva por el aprovechamiento de las hojas que envuelven la cabeza, las que pueden consumirse en fresco, cocinadas en distintas formas y encurtidos. El repollo pertenece a la familia Brassicaceae, posee tallos vegetativos relativamente cortos, de hojas simples, grandes, bien desarrolladas y suculentas. Las hojas que forman el órgano central de almacenamiento contienen grandes cantidades de almidón, que gradualmente se convierte en azúcar. Los tallos florales nacen en las axilas de las hojas y llegan a una altura de 0.6 a 1.2 m. La inflorescencia es un racimo terminal, las flores individuales son perfectas y regulares con cuatro pétalos blancos o amarillo pálido, seis estambres y un pistilo con dos cavidades. Las flores son en su mayoría polinizadas por los insectos. El fruto es una silicua. Las semillas germinan fácilmente en condiciones favorables (16).

El repollo se desarrolla preferentemente en lugares frescos y húmedos, pero se produce en una gran variedad de climas. El repollo es típicamente de trasplante, por lo general se producen plántulas en semilleros para establecer las plantaciones. Sin embargo, se pueden hacer siembras directas cuando el clima, las condiciones del suelo y otros factores lo permiten (16).

Dentro de los insecto-plaga clave que afectan el follaje del brócoli y repollo se pueden mencionar: el gusano anillado de las coles Leptophobia aripa (Boisd.); el falso medidor Trichoplusia ni (Hbn.); la

palomilla dorso de diamante Plutella xylostella (L.) y el pulgón de las coles Brevicorine brassicae (17,19).

3.1.3 Gusano anillado de la col

La especie más abundante en Guatemala es Leptophobia aripa, Lepidóptera de la familia Pieridae. Este gusano puede ocasionar un daño muy severo a las plantas y reducir considerablemente el rendimiento (17, 22,28).

Este insecto presenta los cuatro estados de desarrollo siguientes (17,22,28):

Huevo: De color amarillo de forma ovalada y acuminados en un extremo. Estos son colocados en masa en el haz y envés de las hojas. Son fáciles de observar a simple vista, su periodo de incubación es de 4 a 5 días, hasta la emergencia de la larva.

Larvas: Son de color amarillo verdoso, con anillos o rayas transversales de color azul-grisáceo y tienen rayas laterales de color amarillo. Las larvas recién salidas del huevo miden 2 mm aproximadamente y en su último instar llegan a medir hasta 30 mm. Las poblaciones son gregarias al inicio y posteriormente tienden a dispersarse por toda la planta, son muy voraces y consumen gran cantidad de área foliar; al no controlarse pueden dejar sólo las nervaduras de las hojas. El ciclo de la larva es de aproximadamente 15 días.

Pupas: Son de color verde, se les encuentra en el envés de las hojas y miden aproximadamente 22 mm de largo y su ciclo es de 5 a 7 días.

Adultos: Son de color blanco con manchitas negras en los bordes de las alas, miden 40 mm de envergadura. Son de hábito diurno, las hembras pueden colocar más de 100 huevos en su ciclo de vida.

3.1.4 Control Biológico

El control biológico es un método para combatir las plagas de las plantas, de los animales o del hombre, exponiéndolas al ataque de sus enemigos naturales. Virtualmente todo organismo vivo tiene enemigos naturales que pueden usarse para ese propósito. Un ejemplo simple es el uso de gatos para reducir la población de ratones. Sin embargo el control biológico comprende tácticas más complicadas como la introducción de coccinelidos que se alimentan de pulgones y cóccidos en huertos y jardines; de la enfermedad que causa la mixomatosis para control de la población de conejos y de insectos fitófagos para el control de malezas (9).

3.1.4.1 Perspectivas del control biológico en Guatemala

Las perspectivas para el control biológico en Guatemala son hoy día mucho mejores que lo que eran en el pasado, puesto que hay varios factores que han inducido su uso, los cuales son (11):

1. Exigencias de los consumidores por obtener productos agrícolas libres de residuos de plaguicidas químicos.
2. El rechazo de ciertos embarques de productos agrícolas guatemaltecos por el contenido intolerable de residuos de plaguicidas químicos.
3. Salida del mercado de algunos plaguicidas químicos.
4. Desarrollo de poblaciones resistentes a los plaguicidas químicos utilizados.

5. El desarrollo de un mercado preferencial para productos catalogados como orgánicos.
6. Experiencias positivas de los agricultores que han realizado el control biológico de plagas.
7. La toma de conciencia de la necesidad de aplicar el control biológico por parte de algunos agricultores motivados por los beneficios ambientales, sociales y económicos que ofrece.

3.1.4.2 Las limitaciones para usar el control biológico de plagas en Guatemala son (11):

1. Carencia de suficiente personal debidamente preparado para impulsar programas de alcance nacional.
2. Poca disponibilidad de elementos (cepas de hongos, bacterias, insectos, virus, etc) para el control biológico a escala comercial.
3. Falta apoyo de las universidades y del sector público en programas de investigación para fomentar la aplicación del control biológico.
4. Fuerte presión de las casas vendedoras de plaguicidas químicos para disuadir a los agricultores de aplicar el control biológico.
5. Falta capacitación de los extensionistas agrícolas y programas de transferencia tecnológica para impulsar el control biológico.
6. Falta líneas de crédito para financiar la producción industrial de agentes de control biológico en el país.
7. Poca iniciativa de los inversionistas y empresarios para desarrollar empresas ligadas al control biológico.

3.1.4.3 Control microbiano

El control microbiano de las plagas es parte del control biológico. En este se utilizan los microorganismos entomopatógenos como agentes de control de las plagas agrícolas. Las plagas también sufren

enfermedades, las cuales pueden ser causadas por nemátodos, hongos, bacterias, protozoos y virus. La rama de la ciencia que estudia las enfermedades se llama patología y en el caso de los insectos se le llama entomopatología (6,9).

Muchos hongos, bacterias y virus causan enfermedades que debilitan a una gran cantidad de plagas que atacan a los cultivos. Este tipo de patógenos beneficiosos ofrecen algunas veces un control extraordinario sin la intervención del hombre. Sin embargo este tipo de epidemias no ocurren en forma tal que ya no haya que preocuparse más por las plagas, hay que ayudar a la naturaleza y producir patógenos en forma masiva para controlar una plaga determinada (6,9).

La utilización de patógenos para el control de insectos depende de la biología y características tanto de los insectos huéspedes, microorganismos patógenos, así como del ambiente. Bucher tomado De Bach (9) afirma que las poblaciones grandes de insectos son más susceptibles a las epizootias que las que presentan bajas densidades de población. Los problemas que presentan los microorganismos entomopatógenos es la especificidad por insectos hospederos que poseen. Además, la efectividad de muchos patógenos de insectos esta limitada por su falta de dispersión; ya que según Hall, citado por De Bach (9) muchos patógenos tienen un modo de acción parecido a un veneno estomacal, siempre que el hospedero ingiera cantidades suficientes para que acelere la enfermedad y muera (bacterias), la época de aplicación de aspersiones de microorganismos patógenos se debe de tomar en cuenta, ya que estos necesitan adaptarse, diseminarse e infectar a los insectos, por lo que es necesario que exista una buena cobertura en las áreas de alimentación en la planta con el material infeccioso.

El efecto de los factores físicos que afectan la actividad de los microorganismos patógenos en contra de sus hospederos son: la temperatura y la humedad. Tanada tomado de De Bach (9) afirma que estos factores ejercen un efecto directo sobre los patógenos (sobrevivencia y la habilidad para infectar), el hospedero (susceptibilidad y resistencia) y el proceso de infección dentro del huésped. El proceso de infección por hongos está muy condicionado por la humedad, la cual puede inhibir la germinación de estados infecciosos y por ende prevenir la infección. Por lo que las infecciones ocasionadas por hongos se deben utilizar en áreas donde se presenten lluvias frecuentes, o tengan humedades relativas altas. Mientras que las enfermedades ocasionadas por bacterias y virus; quienes infectan a sus hospederos mediante ingestión, no se ven afectadas por las condiciones ambientales que los rodea.

La Epizootiología (6,9,21) : Es la ciencia que tiene que ver con la dinámica de las enfermedades, involucrando a poblaciones animales (insectos), tanto en tiempo como en espacio, las poblaciones se pueden componer de varios tipos de individuos según sea la enfermedad, estos tipos son:

- El insecto típicamente enfermo
- El insecto atípicamente enfermo
- El insecto infectado latentemente
- El agente transmisor sano
- El insecto susceptible no infectado
- El insecto inmune no infectado.

Cuando las epizotias son expresadas gráficamente, estas pueden ser simétricas o asimétricas, la forma de una curva epizotica esta influenciada por varios factores, entre los que se encuentran:

incremento o disminución de la virulencia de los patógenos, resistencia de los huéspedes, grado de transmisión, migración y emigración del huésped y el efecto de los factores ambientales (9).

Se sabe que la resistencia a la infección a los organismos entomopatógenos varía con la etapa de desarrollo en la que se encuentre el insecto cuando sufre el ataque. Al insecto adulto rara vez lo afectan las bacterias y los virus, que son letales para la larva; pero los protozoarios, nemátodos y hongos pueden atacar tanto a adultos como larvas, y ocasionar muerte y reducción en la fecundidad del insecto adulto. Por la estructura y composición del exoesqueleto de las pupas de algunos insectos, estas son resistentes al ataque de microorganismos (21). El clima es un factor que puede incidir en el aumento o disminución de la dinámica de las enfermedades de insectos ocasionadas por microorganismos patógenos, por ejemplo la incidencia de la infección por bacterias, virus y protozoarios es mayor durante la época fría, que durante el verano. Mientras el clima templado aumenta la incidencia de enfermedades ocasionadas por hongos. La luz solar ejerce un efecto destructivo sobre los patógenos de insectos, ya que las esporas de bacterias como *B. thuringiensis* son destruidas por la exposición a la luz solar; las bacterias no esporíferas también, perecen pronto con la deshidratación y con la exposición a la radiación ultravioleta. Las condiciones del suelo, así como la reacción del mismo afectan a los patógenos que viven en él, se sabe que los patógenos sobreviven por más tiempo en suelos con alto contenido orgánico, tal es el caso de *Metarhizium*, *Beauveria* y otros hongos parasíticos matan con más frecuencia y permanecen por más tiempo en suelos ricos en materia orgánica (9,21).

Cuando las larvas de insectos fitófagos mueren de una enfermedad infecciosa, sus cuerpos se desintegran sobre la planta o sobre el suelo, y los microorganismos presentes en los cadáveres son dispersados por el viento, la lluvia o el rocío hacia otras plantas. Los microorganismos en el intestino de los insectos infectados, son distribuidos en las heces de aves, avispas y otros depredadores que se comen a las larvas infectadas (21).

Una de las metas más importantes de la patología de insectos es determinar los principios fundamentales que gobiernan las epizootias de las enfermedades infecciosas en las poblaciones de insectos, estos principios son (9,21):

- Las enfermedades epizooticas pueden ser iniciadas para el control de insectos plaga.
- Las enfermedades de los insectos benéficos pueden ser controladas.
- El patólogo de insectos puede ser capaz de predecir la manera en que las enfermedades pueden regular la población e los insectos.

Factores principales que están relacionados con una epizootia (9):

1. El patógeno o agente infeccioso.
2. Los huéspedes susceptibles dentro de la población.
3. Los medios eficientes de transmisión del patógeno.

La patógenecidad: Es la capacidad de un microorganismo para penetrar en un insecto y someterlo a un proceso dinámico que da origen a la aparición de un enfermedad; o sea es la capacidad de producir una enfermedad (9,21).

Virulencia: Es la capacidad que tiene un microorganismo para vencer las defensas corporales de su huésped, y esta se debe de entender

como la aptitud de invadir al huésped y la posibilidad de multiplicarse y matar al mismo. Mientras que la infección es la capacidad del microorganismo patógeno para diseminarse de un insecto huésped a otro (21).

Los microorganismos pueden perder su virulencia debido principalmente a: disociación forzada hacia formas de baja virulencia, condiciones de cultivo que son anormales, paso a través de huéspedes inadecuados y cultivo a temperaturas anormales, ya sean altas o bajas (21).

Existen formas de incrementar la virulencia de los patógenos de los insectos, para mantener su estado infeccioso, dentro de las técnicas que más se utilizan están (9):

- Paso a través de los insectos susceptibles
- Liberando microorganismos con sustancias (almidón, mucina) que los protejan contra posible daño ambiental.
- Asociación de varias especies patógenas.

3.1.4.3.1 Los hongos como entomopatógenos

Las infecciones fúngicas son muy comunes en insectos y relativamente fáciles de detectar debido a que generalmente los cuerpos de los hospederos aparecen cubiertos con micelio o cuerpos fructíferos del hongo. Hasta el momento se han registrado 40 géneros de hongos entomopatógenos. Sin embargo, sólo unos pocos se han investigado intensivamente con el fin de usarlos en programas de control microbial. Los géneros de hongos entomopatógenos más estudiados corresponden a los géneros: Beauveria, Metarhizium, Entomophthora, Coelomomyces, Cordyceps, Nomuraea, Aschersonia e Hirsutella (6,9,21).

Los hongos entomopatógenos pueden causar infección en cualquier estado de desarrollo del insecto, atacan a través del integumento. Al entrar en contacto con la cutícula del insecto, las esporas inician el proceso de germinación, el cual requiere de condiciones específicas de temperatura y humedad. Durante la germinación se producen enzimas que destruyen la pared celular y permiten que el hongo penetre y llegue a la cavidad hemocélica, donde se reproduce vegetativamente hasta llenar todo el interior del insecto y matarlo, ya sea por el daño mecánico infringido a diversos órganos, o por la liberación de toxinas resultantes de su metabolismo. Cuando las condiciones ambientales son favorables ocurre la esporulación, que normalmente se manifiesta exteriormente en el insecto por los diversos cuerpos fructíferos formados. A pesar de que las infecciones fúngicas son comunes, no se ha logrado un manejo consistente y exitoso, debido a que la mayoría requieren condiciones precisas de humedad y temperaturas para su desarrollo. El uso de hongos es promisorio en el futuro, especialmente cuando se integre con otras medidas de control, ya que se sabe que generalmente, por sí solos no pueden jugar un papel dominante en la represión de plagas (6,9,21).

De acuerdo a Ignoffo, citado por Gladstone (14), lo que limita la intensidad de un brote de una micosis, es una combinación de factores ambientales (humedad relativa, temperatura y viento) y la cantidad de inóculo que entra al campo.

Los insectos muertos por hongos entomopatógenos varían un poco en su apariencia, dependiendo de la clase de hongo en cuestión y de la etapa de desarrollo de este. Cuando las condiciones óptimas para su crecimiento y desarrollo se mantienen, el hongo puede presentarse en

forma de conidióforos, hifas o micelio sobre la superficie del cuerpo del insecto. Algunas veces todo el cuerpo del hospedero esta cubierto y otras el hongo aparece solamente en áreas donde la pared del cuerpo es delgada, tales como las membranas intersegmentales. En ausencia de adecuada humedad atmosferica puede no haber evidencia externa del hongo, aunque puede encontrarse en la cavidad del cuerpo del insecto. Después de la muerte del insecto, la consistencia del contenido de su cuerpo puede coagularse; con el tiempo se endurece y se vuelve quebradizo y se momifica. A diferencia de la apariencia de la mayoría de las infecciones causadas por bacterias y virus, el insecto infectado con un hongo retiene la forma y color general del cuerpo, excepto cuando es cubierto total o parcialmente por el hongo (21).

3.1.4.3.2 Atributos de un buen agente de control microbiano (9):

1. Rápida dispersión, la cual depende del hospedero y del agente transmisor.
2. Buena capacidad de búsqueda de su hospedero.
3. Buena capacidad de sobrevivir.
4. Buenas características de virulencia e infectividad.
5. Que no sean fitotoxicos.
6. Que tengan seguridad para otros organismos, tales como los insectos benéficos y los mamíferos.
7. Fácil reproducción y bajos costos.
8. Que sean compatibles con otros agentes de control.
9. Que sean persistentes en condiciones de almacenamiento.
10. De fácil transporte
11. Que sean de una aplicación fácil y con equipo convencional.

12. Que ejerzan un control a largo plazo.

4.1.4.3.3 Ventajas del control microbiano (9):

1. Son específicos para el insecto que se desea atacar.
2. La mayor parte de microorganismos entomopatógenos son inofensivos a vertebrados u otros.
3. No dejan residuos tóxicos.
4. Ejercen poca influencia en el ambiente, por lo cual los brotes de plagas secundarias son en menor escala.
5. Generalmente no existe resistencia a los patógenos por los insectos.
6. Muchos patógenos son compatibles con parásitos y depredadores.
7. Pueden proporcionar un control a largo plazo.
8. Muchos patógenos son compatibles con una gran variedad de plaguicidas químicos y otros aditivos.
9. Pueden ser fácilmente distribuidos con un equipo convencional de rociar.

3.1.4.3.4 Desventajas del control microbiano (9)

1. La especificidad es grande, por lo tanto no hay control de otras plagas de insectos.
2. Algunos entomopatógenos o sus subproductos son nocivos a vertebrados.
3. Es necesario saber cuando se debe de aplicar, que las condiciones ambientales deben ser favorables para el patógeno.
4. Es necesario que exista una buena cobertura de la planta, debido a que la mayoría de los patógenos deben ser ingeridos para causar enfermedad.

5. El tiempo de infección hasta causar la muerte, frecuentemente es largo, y por lo tanto el insecto infectado continua causando daño.
6. La virulencia y la patógenecidad pueden perderse por frecuentes subcultivos.
7. El período de almacenamiento de muchos patógenos no es muy largo.
8. La producción comercial puede ser de alto costo.
9. El cadáver del insecto en plantas, no es estéticamente aceptable.

3.1.4.3.5 Formas de producción de los hongos entomopatógenos (12)

1. Medios de cultivo comerciales

De acuerdo a Garza, Berlanga y Hernández (12), se emplean generalmente en trabajos experimentales para la obtención de cultivos puros, los siguientes:

- a). Agar Sabouraud Dextrosa con extracto de levaduras.
- b). Sabouraud Dextrosa con extracto de Malta.
- c). Agar Sabouraud Maltosa con extracto de levadura.
- d). Papa Dextrosa Agar
- e). Extracto de Malta Agar.

2. Medios líquidos

Mediante la fermentación, se pueden obtener blastosporas o micelios, cuyo producto se centrifuga y el sedimento se conserva en sacos de polietileno.

3. Medios semi-líquidos

La producción de este caso es en función de caldos más espesos; se emplea soya, frijol, arroz, trigo, caldo de carne.

4. Medios sólidos

Se emplean granos de cereales; como arroz, maíz, soya, frijol, trigo, cascarillas, melazas y aserrín. La manera de generar este

tipo de producción ha ido evolucionando a medida que las necesidades de producción masiva han aumentado.

3.1.4.4 Identificación del agente causal de una enfermedad

La identificación de cualquier enfermedad de plantas, insectos u otros organismos, requiere la identificación del agente causante. De manera práctica el proceso de identificación de la enfermedad y el agente causante se puede resumir en cuatro pasos (23):

- Observación de los síntomas
- El aislamiento del patógeno
- Las pruebas de patogenicidad
- La consulta bibliográfica.

Los problemas de diagnóstico y aislamiento de microorganismos patógenos de insectos se pueden complicar debido a varios factores (9,21):

- Dos organismos patógenos, semejantes a grandes rasgos pero diferentes en esencia, a menudo pueden coinfectar a un mismo huésped.
- El patógeno verdadero puede ser arrojado del cuerpo del insecto al momento de la muerte, por lo que, los que se encuentran son invasores secundarios.
- Algunos síntomas similares de enfermedad se pueden originar debido a varios microorganismos actuando por separado.
- Un grupo de insectos puede morir por causas fisiológicas y se puede suponer que hay invasores secundarios.
- Los insectos pueden tener infecciones subletales, tales como las que se originan por dosis bajas pero constantes de bacterias formadoras de cristales.

- Dos organismos actuando en conjunto pueden ser la causa de una enfermedad.

Para encontrar la relación entre el probable agente causante de una enfermedad y la enfermedad que presenta un organismo, deben cumplirse los postulados de Koch, los cuales permiten establecer la etiología de la enfermedad, estos se presentan a continuación (23):

1. El organismo o agente patógeno debe estar asociado con la enfermedad en todos los casos y a su vez la enfermedad no debe aparecer sin que el microorganismo esté o haya estado presente.
2. El organismo o agente patógeno debe ser aislado en cultivo puro, natural o artificialmente y deben estudiarse sus características específicas.
3. Cuando en condiciones favorables, los insectos hospederos sanos se inoculan con el posible agente patógeno en cultivo puro, deben reproducirse los síntomas característicos de la enfermedad.
4. El agente patógeno debe ser reaislado del hospedero inoculado y debe mostrar las mismas características en cultivo puro de cual se aisló anteriormente.

3.2 Marco Referencial

3.2.1 Descripción del área

3.2.1.1 Localización

Esta investigación se realizó en el Centro de Producción del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), localizado en La Alameda, Chimaltenango, ubicado a una altura de 1768 msnm, en las coordenadas 14°38'02" Latitud Norte y 90°48'12" Longitud Oeste.

3.2.1.2 Condiciones climáticas

El clima de la región es templado, con una temperatura máxima media anual de 26.38°C y mínima media de 15.35°C, con una precipitación media anual de 987.79 mm, distribuidos en un número promedio de 114 días por año.

Según De La Cruz (8), esta área corresponde a la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, con vegetación característica de Quercus sp. asociado con Pinus moctezumae, P. pseudotrobus y Alnus sp..

3.2.1.3 Condiciones edáficas

Los suelos del área según Simmons, Tarano y Pinto (26) corresponden al grupo de la Altiplanicie Central de Guatemala; los cuales son profundos, desarrollados sobre ceniza volcánica y de color claro, pertenecen a la serie de suelos Tecpán, misma que se caracteriza por su profundidad y estar bien drenados. Los resultados del análisis de suelo se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de suelo del área experimental del centro de producción del ICTA, La Alameda Chimaltenango, 1995.

Profundidad de muestreo (cm)	Microgramos por mililitro			Miliequivalentes por 100 ml suelo	
	pH	P	K	Ca	Mg
0-30	5.8	11.79	119	3.74	0.52

Fuente: Laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola.

3.2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

Desde la antigüedad (1700 años antes de la era cristiana), se conocía en China las enfermedades que afectaban al gusano de seda. Durante la edad media se conocían en Europa ciertas enfermedades de las abejas. En 1870 el Francés Louis Pasteur, realizó investigaciones muy exitosas sobre las enfermedades que afectaban al gusano de seda, la Pebrina y la Flacheria, sus resultados permitieron salvar la industria de la seda francesa de la ruina (9).

En los años 1911 y 1912 D'Herelle tomado de De Bach (9), estudió las enfermedades que afectaban a las langostas o chapulines que llegaban a Yucatán procedentes de Guatemala, las mangas de chapulines se extinguían en México como resultado de una enfermedad que les producía diarrea, las debilitaba y causaba la muerte; el organismo que causaba esta enfermedad se conoció como Coccobacillus acridiorum, que de acuerdo a la moderna nomenclatura corresponde a Cloaca cloace var. acridiorum.

Según Alvarado, tomado de Estrada (14), en 1939 en Santa María de Jesús una enfermedad causaba gran mortandad en larvas defoliadoras de

los pinos, por la descripción parecía corresponder a un virus de poliedrosis nuclear.

Según Estrada (11), en la región algodonera de Tiquisate se han recolectado larvas muertas del gusano soldado (Spodoptera exigua) las cuales, al ser examinadas microscópicamente resultaron estar infectadas con virosis poliedrica (VPN). Se aplicó sobre una área de 50 mz, el macerado de 5000 larvas aproximadamente, desencadenando una epizootia que barrió literalmente a la población de larvas de soldado, y no se afectó a las otras especies de lepidópteros presentes.

De acuerdo a Estrada (11), en la costa sur, al final de la estación lluviosa, en plantaciones de soya y algodón, se encuentran grandes cantidades de larvas lepidópteras muertas a consecuencia de varias enfermedades producidas por hongos, tales como: Spicaria Nomuraea rileyi y en caso del gusano peludo (Estigmene acrea), las poblaciones son diezgadas por el hongo Entomophthora grylli. También se presentan epizootias muy severas en poblaciones de gusanos falsos medidores (Trichoplusia ni) y (Pseudoplusia includens) causados por el virus de la poliedrosis nuclear.

De acuerdo a Estrada (11), la chinche salivosa (Aenolamia postica) es una plaga de mucha importancia durante la estación lluviosa; al final de la estación lluviosa en la costa sur se presentan epizootias naturales causadas por los hongos Entomophthora coronata y Metarhizium anisopliae.

Según Estrada (11) en la producción cafetalera, la plaga de la broca del cafeto, Hypothenemus hampei es afectada durante la estación lluviosa por el hongo Beauveria bassiana.

De acuerdo a Gladstone (13,14) el hongo patógeno llamado Nomurea rileyi (o Spicaria rileyi) es uno de los más poderosos enemigos naturales del Cogollero Spodoptera frugiperda, y además puede controlar a Heliothis zea como plaga de la mazorca del maíz.

Gladstone (14) reporta al hongo Fusarium sp. como posible controlador microbiológico de la plaga del tallo del maíz Diatrea lineolata.

Estrada (11), reporta que el hongo Nomurea rileyi (o Spicaria rileyi), es eficaz contra Heliothis sp., Trichoplusia ni, Spodoptera sunia.

Aguilera, Rodríguez y Córdova (1,2), como resultado del estudio que realizaron recomiendan realizar pruebas de patogenicidad de los aislamientos de hongos CB 103-L y CB 104-L a nivel de campo sobre el cultivo de brócoli y repollo para controlar poblaciones de Leptophobia aripa. Los autores determinaron que el aislamiento CB 103-L causó un porcentaje de mortalidad de 73.0% correspondiente a Spicaria sp., mientras que el aislamiento CB 104-L causó un 46.0% de mortalidad correspondiente a Fusarium sp.

3.2.3 Características de los hongos utilizados

3.2.3.1 Spicaria sp.

Pertenecen a la subclase Deuteromicetes (hongos imperfectos)

Orden: Moniliales

Familia: Molineaceae.

El nombre de este hongo patógeno de insectos, ha cambiado a través del tiempo. Inicialmente recibió el nombre de Nomurea rileyi, en 1883 fué descrito por Farlow como Botritis rileyi, más tarde fué cambiado a Spicaria rileyi (o Beauveria rileyi) por

Charles en 1936. Después Hughes (1951) y Smith (1957) propusieron que algunas especies de Spicaria debían transferirse a Paecilomices y el nombre de Spicaria podría ser sinónimo de otros taxa. Sin embargo en Spicaria las colonias presentaron un color verde, por lo que no pudo transferirse a Paecilomices, pero también, tiene un parecido morfológico a Penicillium.

Descripción de Spicaria en Malta Agar a 25°C: las colonias son muy espaciosas, germinan en tubos de conidias, la esporulación inicial es localizada conforme empieza la colonia a formarse, el color de la colonia varía de blanco a verde pálido. Las hifas vegetativas tienen de 2-3 mm de diámetro, pequeñas, septadas y hialinas, con pigmentos pequeños, Los conidióforos crecen sumergidos en las hifas, son erectos, separados y mayores de 160 mm de largo y 2-5 mm de diámetro. Las brácteas son de 5-8 y de 2-4 mm de largo, usualmente cilíndrica, ocasionalmente más pequeñas en la base, las conidias son divergentes, pequeñas de forma elipsoidal y de color verde (3,4).

Según Ignoffo citado por Burges y Hussey (4), el ciclo de la infección de Spicaria rileyi dura de 8 a 12 días, la forma básica de infección es a través del integumento, aunque también se han realizado investigaciones de penetración a través de la vía alimentaria en Anticarsa gemmatalis. Según Getzin e Ignoffo tomado de Burges y Hussey (4), Spicaria rileyi presenta mayor efectividad a temperaturas de 20 y 25°C y a humedades relativas de 90%, y los instares larvarios más susceptibles de Thichoplusia ni y Heliothiz zea a Spicaria sp. son los I, II y III.

El rango de hospederos de Spicaria rileyi se limita principalmente a lepidópteros y dos especies de Coleoptera (Hipera punctata y Leptinotarsa decemlineata), otras 18 especies son susceptibles a Spicaria rileyi., agrupadas en 6 ordenes (Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Himenoptera, Neuroptera y Hemiptera), también afecta a 3 depredadores (Hippodamia convergens, Chrysopa carnea y Podisus maculentrus) y a 3 parasitoides (Voria ruralis, Apanteles marginiventris y Campoletis sonorensis) (4).

Rockwood citado por Burges y Hussey (4) reportan que hay reducción de la virulencia de los entomopatógenos Metarhizium, Beauveria y Spicaria después de un año de reproducción en medio de cultivo. Kawakami citado por Burges y Hussey (4) indica que en Spicaria rileyi, decrece la virulencia con cada transferencia sucesiva de medio de cultivo, por lo que para aumentar su virulencia se debe pasar a través de insectos. Ignoffo citado por Burges y Hussey (4) realizó un experimento sobre la virulencia de Spicaria rileyi, y concluyó que la virulencia no decrece después de 15 transferencias sucesivas en medios de cultivo.

Se han realizado experimentos para determinar el efecto de Spicaria rileyi. en ratas blancas (ya que estas poseen las características del jugo gástrico parecido al del humano), y se determinó que no existe apariencia clínica, patológica o histológica de anormalidades (4).

3.2.3.2 Fusarium sp.

Son Hongos que no forman cigotos, ascosporas y basidiosporas, su coloración en medio de cultivo de Papa Dextrosa Agar es blanca.

Posee conidias en forma de bananas. Su clasificación es la siguiente:

Clase: Deuteromicetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae.

Algunas especies de Fusarium han sido reportadas como entomopatógenas, estas han sido clasificadas como Atractium, Microcera, o Sphaerostilbe. Las conidias de Fusarium son consideradas como fases asexuales de estos géneros. Se han separado razas de F. larvarum y F. coccophilum de secciones de Coccophilum. F. solani fué reportado como un patógeno débil de escarabajos y otros invertebrados. Fusarium y Myrothecium se encontraron contaminando granos, pero a su vez, afectan a la larva de Tenebrio molitor, la actividad de este insecto es afectada por un retardamiento en su desarrollo, se cree que estos hongos producen toxinas tales como Trichothenes y Zearalenone o compuestos relativos (4).

Los trichothenes son compuestos muy importantes del grupo de las micotoxinas del género Fusarium, estos compuestos se han observado tanto en los compuestos relativos 379X y 379Y (Roridin A y Verrucarín A, respectivamente). Fusarium sp. y otros 19 derivados de los trichothenes causan toxicidad a larvas de Aedes aegypti (4). Mientras que Zearalenone también conocido como F-2, proviene de Fusarium sp., su ingestión reduce la fecundidad de muchos insectos. Entre las especies de Fusarium que se consideran como patógenas de insectos están: F. coccidicola, F. equiseti, F. juruanum, F. larvarum, F. moniliforme y F. solani (4).

3.2.4 Características de las variedades utilizadas

3.2.4.1 Green Boy (repollo)

Es uno de los híbridos de repollo que más se están utilizando en Guatemala. Las plantas son grandes y compactas. Produce cabezas redondas de 17.5 cm de diámetro y un peso de 1.36 a 3.18 kg. Se cosecha a los 85 días después del trasplante (10).

Su crecimiento se caracteriza por alcanzar una altura de 25 a 30 cm, el tallo es recto, corto y bien desarrollado; la cabeza es redonda y compacta de color verde oscuro. su rendimiento es de 1953 bultos de primera y 747 bultos de segunda, por hectárea. Un bulto pesa aproximadamente 45.36 kg (14-16 repollos), si es de primera calidad y 36.29 a 40.8 kg (20-22 repollos) si es de segunda (10).

3.2.4.2 Marathon (brócoli)

Es uno de los híbridos de brócoli que más se está cultivando actualmente, su ciclo dura 97 días de siembra a cosecha, es una planta de altura mediana, azul-verde, de domo denso, forma simétrica, florete sólido, de maduración y apariencia uniformes. Las plantas procesadoras lo estiman por su alto rendimiento (10).

4. OBJETIVOS

4.1 Generales

- Evaluar el efecto de 2 cepas nativas de hongos entomopatógenos sobre las poblaciones de Leptophobia aripa en los cultivos de brócoli y repollo en La Alameda, Chimaltenango.

4.2 Específicos

- Determinar el porcentaje de mortalidad de el gusano anillado de la col Leptophobia aripa causado por 2 hongos entomopatógenos en el cultivo de brócoli.
- Determinar el porcentaje de mortalidad de el gusano anillado de la col Leptophobia aripa causado por 2 hongos entomopatógenos en el cultivo de repollo.

5. HIPOTESIS

- El hongo entomopatógeno Spicaria sp. provocará un porcentaje de mortalidad más alto sobre las poblaciones de Leptophobia aripa en el cultivo de brócoli.

- El hongo entomopatógeno Spicaria sp. provocará un porcentaje de mortalidad más alto sobre las poblaciones de Leptophobia aripa en el cultivo de repollo.

6. METODOLOGIA

6.1 Metodología experimental

6.1.1 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar en un arreglo combinatorio de 2X3 con seis tratamientos y cinco repeticiones (7,20).

El modelo lineal para el análisis de la variable porcentaje de mortalidad semanal fué el siguiente:

$$Y_{1jk} = U + B_1 + \alpha_j + \theta_k + \phi_1 + B\alpha_{1j} + B\theta_{1k} + \alpha\theta_{jk} + B\alpha\theta_{1jk} + E_{1jk}$$

donde:

Y_{1jk} = Variable respuesta de la $1jk$ -ésima unidad experimental.

U = Efecto de la media general de porcentaje de mortalidad.

B_1 = Efecto del 1-ésimo cultivo.

α_j = Efecto del j -ésimo hongo entomopatígeno.

θ_k = Efecto de la k -ésima semana.

ϕ_1 = Efecto del 1-ésimo bloque.

$B\alpha_{1j}$ = Efecto de la interacción entre el 1-ésimo cultivo y el j -ésimo hongo entomopatígeno.

$B\theta_{1k}$ = Efecto de la interacción entre el 1-ésimo cultivo y la k -ésima semana.

$\alpha\theta_{jk}$ = Efecto de la interacción entre el j -ésimo hongo entomopatígeno y la k -ésima semana.

$B\alpha\theta_{1jk}$ = Efecto de la interacción entre el 1-ésimo cultivo, j -ésimo hongo entomopatígeno y la k -ésima semana.

E_{1jk} = Error experimental de la $1jk$ -ésima unidad experimental.

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ (Tratamientos)

$k = 1, 2, 3, 4, 5$ (Repeticiones)

Mientras que el modelo lineal para la variable porcentaje promedio total de mortalidad de Leptophobia aripa fué el siguiente:

$$Y_{ij} = U + B_i + \alpha_j + \beta_i + B\alpha_{ij} + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij -ésima unidad experimental.

U = Efecto de la media general de porcentaje de mortalidad.

B_i = Efecto del i -ésimo cultivo.

α_j = Efecto del j -ésimo hongo entomopatígeno.

β_i = Efecto del i -ésimo bloque.

$B\alpha_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i -ésimo cultivo y el j -ésimo hongo entomopatígeno.

E_{ij} = Error experimental de la ij -ésima unidad experimental.

6.1.2 Unidad Experimental

La unidad experimental estuvo conformada por una área de 10 m² (5 m largo X 2 m ancho), con una parcela bruta de 55 plantas y una parcela neta de 21 plantas. El distanciamiento entre surcos y plantas fué de 0.50 m, el distanciamiento entre bloques y unidades experimentales fue de 1 m, por lo que el área del experimento fué de 490 m².

6.1.3 Tratamientos evaluados

T1 = Testigo absoluto del cultivo de repollo

T2 = Cepa de hongo Spicaria sp. aplicada a el cultivo de repollo.

T3 = Cepa de hongo Fusarium sp. aplicada a el cultivo de repollo.

T4 = Testigo absoluto del cultivo de brócoli.

T5 = Cepa de hongo Spicaria sp. aplicada a el cultivo de brócoli.

T6 = Cepa del hongo Fusarium sp. aplicada a el cultivo de brócoli.

- Testigo Absoluto (T1, T4): Fueron los tratamientos a los que no se les aplicó ningún hongo entomopatógeno, ni producto químico alguno.

- Cepa de hongo Spicaria sp. (T2, T5): Fueron los tratamientos donde solo se aplicó dicho hongo entomopatógeno.

- Cepa de hongo Fusarium sp. (T3, T6): Fueron los tratamientos donde solo se aplicó dicho hongo entomopatógeno.

6.1.4 Variables de respuesta

- Porcentaje de mortalidad de larvas de Leptophobia aripa en los diferentes tratamientos evaluados en los cultivos de repollo y brócoli.

6.2 Metodología de producción de los inoculantes entomopatógenos

6.2.1 Obtención de los inoculantes de hongos entomopatógenos utilizados

Los aislamientos que se utilizaron fueron las CB 103-L y CB 104-L, los cuales se obtuvieron de los laboratorios de Protección de Plantas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Estos aislamientos fueron los que presentaron un mejor control sobre las larvas de Leptophobia aripa, durante las pruebas de patogenicidad realizadas a nivel de invernadero durante el año de 1,994 (1,2).

6.2.2 Identificación de las cepas de hongos utilizados

Consistió en determinar el género al que pertenecen las cepas 103-L y 104-L, se hizo mediante la realización de siembras, montajes de microorganismos de dichas cepas, y observaciones en microscopio estereoscópico y microscopio compuesto para ser identificadas. A continuación se presentan los géneros a los que pertenecen las respectivas cepas:

Cepa experimental 103-L = Spicaria sp.

Cepa experimental 104-L = Fusarium sp.

6.2.3 Revigorización de las cepas de hongos entomopatógenos utilizados

Se realizó mediante la recolección de larvas de Leptophobia aripa en diferentes instares larvales, que fueron colocados en recipientes plásticos con suficiente comida (hojas de plantas de brócoli y repollo), se hicieron aplicaciones de los hongos entomopatógenos Spicaria sp. y Fusarium sp.. A los 4 días después de la aplicación se recolectaron las larvas muertas y se hicieron siembras directas y diluciones 1:10, 1:100 y 1:1000 en cajas de petri con medio sólido de Papa Dextrosa Agar, para que se desarrollaran los microorganismos entomopatógenos causantes de la muerte de las larvas. Luego se procedió a reaislar los microorganismos y se pudo observar que tenían las mismas características a los microorganismos que se habían aplicado a las larvas de Leptophobia aripa.

6.2.4 Producción masiva de los inoculantes de hongos entomopatógenos

a. Preparación del medio de cultivo

El medio de cultivo que se utilizó fué el de Papa Dextrosa Agar (PDA), que fué preparado y esterilizado en un autoclave en envases de 1/4 de litro.

b. Siembras de los aislamientos de hongos entomopatógenos

Las siembras de los hongos Spicaria sp. y Fusarium sp. se realizaron en los medios de cultivo preparados anteriormente, siguiendo todas las medidas de asepsia que se recomiendan cuando se utilizan cámaras de aislamiento.

6.2.5 Determinación de la concentración del número de esporas /ml de Spicaria sp. y Fusarium sp.

La determinación de la concentración de esporas se realizó tomando 10 ml de la solución de hongos patógenos que fueron aplicados en el experimento, estos 10 ml se colocaron en tubos de ensayo, luego se determinó el número de esporas/ml, con una cámara de conteo directo tipo Petroff-Hausser (27).

Los resultados fueron:

Spicaria sp. = 3.75×10^9 conidias/bomba de 5.678 litros.

Fusarium sp. = 2.68×10^9 conidias/bomba de 5.678 litros.

6.2.6 Forma de aplicación de los tratamientos a las unidades experimentales

Para aplicar los hongos spicaria sp. y Fusarium sp., se licuaron y tamizaron los hongos que crecían en la superficie del medio de cultivo, este licuado fué colocado en una bomba de aspersión de 5.678 litros, el cual se aplicó a las plantas de brócoli y de repollo.

6.2.7 Desinfección de bombas de aspersión

Por no contarse con una bomba de aspersión para cada tratamiento, después de la aplicación de cada tratamiento se realizó la desinfección de la misma, mediante un lavado con jabón y una solución de cloro al 5.5%, luego se lavó con agua, y finalmente, se enjuagó 4 veces con agua del chorro para eliminar los residuos de cloro.

6.2.8 Intervalos de aplicación

Los intervalos de aplicación de los diferentes hongos entomopatógenos fué una vez cada 8 días.

6.3 Diagnóstico de larvas muertas

Las larvas que se encontraron muertas se recolectaron y fueron

observadas con estereomicroscopios para determinar la presencia del agente patógeno que causó la muerte, se observaron síntomas en las larvas enfermas y muertas. Cuando los signos del hongo entomopatógeno fueron visibles, se procedió a reaislarlo en medios de cultivo, para que se desarrollara y comprobar si era el patógeno que se había aplicado.

6.4 Toma de datos

La toma de datos se realizó dentro de la parcela neta; la cual consistió en el muestreo de 21 plantas por unidad experimental, este muestreo se realizó dos veces por semana, uno antes de la aplicación de los tratamientos, y el otro a los 4 días después de su aplicación, hasta completar el ciclo del cultivo. En esta parcela se realizó el conteo de número de larvas de Leptophobia aripa vivas, enfermas y muertas por planta y unidad experimental, tomando en cuenta los síntomas que las larvas presentaban.

6.5 Manejo de los cultivos

a. Obtención de las plantulas

Las plantulas de repollo y brócoli fueron compradas a la empresa Piloncito Verde, con sede en El Tejar, Chimaltenango.

b. Preparación del terreno

Se realizó con una pasada de arado y dos de rastra, posteriormente, se eliminaron las malezas presentes, se mulló el suelo, tratando de dejarlo suelto; posteriormente se trazaron los surcos y se delimitaron las unidades experimentales de acuerdo al diseño experimental.

c. Trasplante

Se realizó por la tarde, las plantas que se utilizaron tenían cuatro hojas verdaderas, se aplicó riego al área de ensayo, antes y después del trasplante. El número de plantas por postura fué de una, a

distancias de siembra de 0.50 m entre surcos y de 0.50 m entre plantas.

d. Fertilización

Se realizó en función de los resultados del análisis de suelos presentado en el cuadro 1 y las recomendaciones proporcionadas por el ICTA, se fertilizó a los 10 días después del trasplante con 45 kg/ha de Triple 15 (15-15-15), a los 30 días después del trasplante se aplicaron 160 kg/ha de Urea (46-0-0), el fertilizante fué aplicado en bandas a una profundidad de 5 cm.

e. Control de Malezas

Se efectuó en forma manual, la primera a los 20 días después del trasplante y la segunda a los 25 días después.

f. Control de Plagas y enfermedades

No se hizo ningún control de plagas y enfermedades, solamente se aplicaron los microorganismos entomopatógenos en forma masiva sobre el cultivo.

g. Cosecha

Se efectuó cuando las inflorescencias y cabezas alcanzaron la madurez fisiológica adecuada para su cosecha, se realizaron dos cortes.

6.6 Análisis de la Información

Para evaluar el efecto en las poblaciones de larvas de Leptophobia aripa por la utilización de hongos entomopatógenos Spicaria sp. Fusarium sp., se realizó un análisis de varianza a la variable respuesta de porcentaje de mortalidad y donde se determinó diferencias significativas entre tratamientos, se realizó la prueba múltiples de comparación de medias con el estadístico de Tukey.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Porcentaje de Mortalidad

En el cuadro 2, se presentan los resultados de porcentaje de mortalidad de Leptophobia aripa semanal causado por los hongos entomopatógenos evaluados.

Cuadro 2. Porcentaje de mortalidad de Leptophobia aripa semanal causada por los hongos entomopatógenos utilizados, en los cultivos de repollo y brócoli en La Estación Experimental del ICTA La Alameda, Chimaltenango 1,995.

TRATAMIENTO	CULTIVOS									
	REPOLLO					BROCOLI				
	Repetición					Repetición				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Testigo	1.00	1.09	1.60	4.98	1.03	2.24	1.28	1.00	2.18	1.00
Spicaria sp.	25.91	28.40	39.81	37.23	41.58	25.20	29.91	25.24	23.71	25.18
Fusarium sp.	8.71	10.88	8.79	18.28	19.37	1.28	7.05	18.78	11.82	18.07
Testigo	2.60	3.09	3.81	5.45	3.65	2.35	1.00	1.28	1.34	2.24
Spicaria sp.	33.15	45.21	34.78	48.52	41.59	42.00	30.62	40.29	13.55	22.66
Fusarium sp.	8.69	11.53	18.05	20.82	15.42	2.24	11.49	22.20	18.70	20.88
Testigo	1.02	3.72	4.78	1.28	2.24	1.00	1.28	1.53	1.98	1.00
Spicaria sp.	27.71	28.79	30.85	39.91	36.00	29.19	33.57	23.65	28.89	30.30
Fusarium sp.	11.42	13.79	15.44	7.29	13.07	1.00	8.61	10.07	1.00	14.20
Testigo	0.07	1.00	2.93	3.08	2.59	1.00	2.18	1.28	2.50	3.22
Spicaria sp.	34.75	30.01	34.83	41.92	35.85	44.95	31.53	38.14	18.73	25.24
Fusarium sp.	8.07	18.02	8.88	10.88	20.77	3.91	11.88	19.37	12.87	11.47
Testigo	1.25	1.00	3.22	5.09	2.59	4.98	1.00	1.00	1.00	1.99
Spicaria sp.	42.14	28.67	25.17	40.12	35.85	39.95	44.08	35.05	18.60	23.85
Fusarium sp.	10.21	21.21	7.81	10.40	18.18	0.08	12.04	23.95	15.00	22.04
Testigo	2.08	1.00	3.68	4.43	5.93	3.08	2.18	2.78	3.73	2.03
Spicaria sp.	45.05	25.18	41.61	34.78	36.45	33.13	36.49	28.71	15.02	25.81
Fusarium sp.	11.63	21.29	9.71	8.75	14.20	1.13	10.39	15.02	5.94	10.44
Testigo	2.18	1.00	1.28	2.03	1.66	1.40	1.58	4.04	4.81	1.00
Spicaria sp.	43.47	25.18	41.61	34.78	36.45	43.73	43.73	36.72	19.77	21.82
Fusarium sp.	10.17	9.10	11.65	14.34	16.73	1.00	13.31	20.19	6.81	8.35
Testigo	3.10	3.72	3.17	1.28	1.00	1.00	1.28	3.91	1.00	1.24
Spicaria sp.	34.98	38.28	26.74	25.27	40.94	34.75	38.07	29.90	17.20	27.46
Fusarium sp.	10.60	16.05	20.77	19.41	18.05	1.40	15.90	14.58	8.94	11.47
Testigo	1.28	1.70	3.09	2.18	2.78	1.28	2.24	2.53	1.28	1.49
Spicaria sp.	38.86	45.03	48.45	34.73	41.44	41.52	39.78	34.85	23.95	24.10
Fusarium sp.	8.69	6.84	11.34	8.90	8.18	1.00	15.02	13.31	10.82	10.17

Se realizó un análisis de varianza para la variable porcentaje de mortalidad de Leptophobia aripa semanal, causado por los entomopatógenos aplicados (cuadro 2). Cuyo resumen se presenta en el cuadro 3.

Debido a que los datos no se distribuyeron en una forma normal, fué necesaria la transformación de estos, para realizar el análisis de varianza por medio de la siguiente fórmula (18):

$$Y = \text{Sen}^{-1} \sqrt{X/100}$$

Donde:

X= Porcentaje promedio total de mortalidad.

Cuadro 3. Análisis de varianza para las variable porcentaje de mortalidad de Leptophobia aripa semanal causado por los patógenos en los cultivos de repollo y brócoli, en La Estación Experimental del ICTA, La Alameda, Chimaltenango 1,995.

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	Fc.	Ft 0.01
Cultivos	1	442.72	442.72	30.20**	6.63
Semanas	8	174.87	21.86	1.49ns	2.51
Cult.X Semanas	8	80.11	10.01	0.68ns	2.51
Bloques	4	347.68	86.92	5.93**	3.32
Bloq.X Cultiv.	4	372.69	93.17	6.35**	3.32
Bloq.X Semana	32	423.85	12.93	0.88ns	1.70
Bloq.XcultXSem	32	1084.96	33.90	2.31**	1.70
Entomopatógeno	2	32042.61	16021.31	1092.86**	4.61
EntomoX Culti.	2	71.39	35.70	2.44**	4.61
Entom X Semana	16	296.54	18.53	1.26 ns	2.04
EntoXCultXSema	16	639.05	39.94	2.72**	1.00
Error Experime	144	2110.90	14.66		
Total	269	38077.37			
Coefficiente de Variación	18.30 %				

** = Existen diferencias significativas al 1 % de probabilidad

Como era de esperarse las diferencias que se dan entre cultivos y bloques, se deben a que como se trabajo con dos cultivos (repollo y brócoli), el comportamiento de Leptophobia aripa no fué igual en estos cultivos. Así también se determino que no existió diferencia significativa entre los porcentajes de de mortalidad entre las diferentes semanas de muestreo. Pero si existió diferencia significativa por efecto de la aplicación de los hongos entomopatógenos evaluados.

Debido a la homogeneidad de los tratamientos a través de las semanas en los cultivos de repollo y brocoli (cuadro 2), se trabajo con el porcentaje promedio total de mortalidad de larvas de Leptophobia aripa, cuyos resultados se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Porcentaje promedio total de mortalidad de larvas de Leptophobia aripa causados por los hongos entomopatógenos en los cultivos de repollo y brócoli 1,995.

Cultivo	Trat\rep	I	II	III	IV	V	X
Repollo	Testigo	1.64	1.92	3.31	3.31	2.61	2.56
	<u>Spicaria</u>	36.34	32.53	37.47	37.47	38.46	36.45
	<u>Fusarium</u>	9.62	14.52	12.76	12.76	15.99	13.13
Brocoli	Testigo	2.04	1.56	2.15	2.24	1.69	1.94
	<u>Spicaria</u>	37.16	36.42	32.51	19.49	25.17	30.15
	<u>Fusarium</u>	1.45	11.53	17.27	9.98	14.23	10.89

Con los datos del cuadro 4, se realizó un análisis de varianza para la variable porcentaje promedio total de la mortalidad de larvas de Leptophobia aripa causado por los hongos entomopatógenos evaluados, cuyo resumen se presenta en el cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis de varianza para el porcentaje promedio total de la mortalidad de larvas de Leptophobia aripa, en los cultivos de repollo y brócoli, en La Estación Experimental del ICTA, La Alameda, Chimaltenango 1,995.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft. 0.05%
Bloques	4	48.31	12.08	0.65 ns	3.06
Tratamientos	5	3723.09	744.62	39.93 **	2.90
Cultivos	1	51.43	51.43	2.76 ns	4.54
Entomopatógenos	2	3663.41	1831.71	98.23 **	3.68
Cult.X Entomop.	2	8.25	4.125	0.22 ns	3.68
Error Exp.	15	242.41	18.65		
Total	29	4013.81			
Coef. Variación	20.40%				

** = Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos al 5% de probabilidad.

ns = No existen diferencias significativas al 5% de probabilidad.

El análisis que se presenta en el cuadro 5, indica que existen diferencias altamente significativas por efecto de la aplicación de los hongos entomopatógenos evaluados, no existiendo diferencias significativas entre los cultivos de repollo y brócoli, además existen diferencias significativas entre la interacción de cultivos-hongos entomopatógenos la que se debió a la alta significancia de los hongos entomopatógenos. Por lo que se realizaron pruebas de comparación múltiple de medias de los hongos entomopatógenos aplicados a los cultivos de repollo y brócoli, utilizando el estadístico de Tukey, cuyo resumen se presenta en los cuadros 6 y 7.

Cuadro 6. Resumen de la prueba de comparación múltiple de medias para la variable porcentaje promedio total de la mortalidad de larvas de Leptophobia aripa en el cultivo de repollo en La Estación Experimental del ICTA, La Alameda, Chimaltenango 1,995.

Tratamientos	Medias	
<u>Spicaria</u> sp.	36.45	a
<u>Fusarium</u> sp.	13.13	b
Testigo	2.56	c

Según los resultados que se presentan en el cuadro 6, el tratamiento que causó una mayor mortalidad a larvas de Leptophobia aripa en el cultivo de repollo fué el hongo entomopatógeno Spicaria sp. con un 36.45%, seguido del tratamiento donde se aplicó el hongo Fusarium sp con 13.13%, mientras que en el tratamiento donde no se aplicó ningún tipo de hongo entomopatógeno se tuvo un 2.56% de mortalidad de dichas larvas.

Cuadro 7. Resumen de la prueba de comparación múltiple de medias para la variable porcentaje promedio total de la mortalidad de larvas de Leptophobia aripa en el cultivo de brócoli en La Estación Experimental del ICTA, La Alameda, Chimaltenango 1,995.

Tratamientos	Medias	
<u>Spicaria</u> sp.	30.15	a
<u>Fusarium</u> sp.	10.89	b
Testigo	1.94	c

Según los resultados que se presentan en el cuadro 7, el tratamiento que causó una mayor mortalidad a larvas de Leptophobia aripa

en el cultivo de brócoli fué el hongo entomopatógeno Spicaria sp. con un 30.15%, seguido del tratamiento donde se aplicó el hongo Fusarium sp con 10.89%, mientras que en el tratamiento donde no se aplicó ningún tipo de hongo entomopatógeno se tuvo un 1.94% de mortalidad de dichas larvas.

También se pudo observar que los primeros instares larvarios Leptophobia aripa son más susceptibles a los hongos entomopatógenos aplicados, ya sea bien por la estructura y composición de su exoesqueleto, o bien por presentar una menor resistencia al ataque de microorganismos.

Las diferencias entre los porcentajes de mortalidad de Leptophobia aripa, a causa de los hongos entomopatógenos aplicados es que Spicaria sp. posee un rango de hospederos más específico a larvas de lepidopteros, mientras que Fusarium sp. se relaciona más con el orden coleoptera, según las observaciones realizadas por Burges y Hussey (4).

El comportamiento gráfico del porcentaje promedio total de la mortalidad de larvas de Leptophobia aripa en los cultivos de repollo y brócoli por acción de los hongos entomopatógenos evaluados se presenta en las figuras 1 y 2 respectivamente.

En la figura 1 se presenta el comportamiento de los hongos entomopatógenos en el cultivo de repollo, donde Spicaria sp. causó porcentajes de mortalidad que oscilaron entre 28 a 34%, seguido de Fusarium sp. con porcentajes de mortalidad de 8 a 12%, y por último es el testigo, donde los porcentajes de mortalidad fueron sumamente bajos.

En la figura 2, el comportamiento de los hongos entomopatógenos en el cultivo de brocoli fué más bajo, ya que Spicaria sp. oscilo entre porcentajes de mortalidad que van de 27 a 34%, seguido de Fusarium sp. con porcentaje de mortalidad de 8 a 12%.

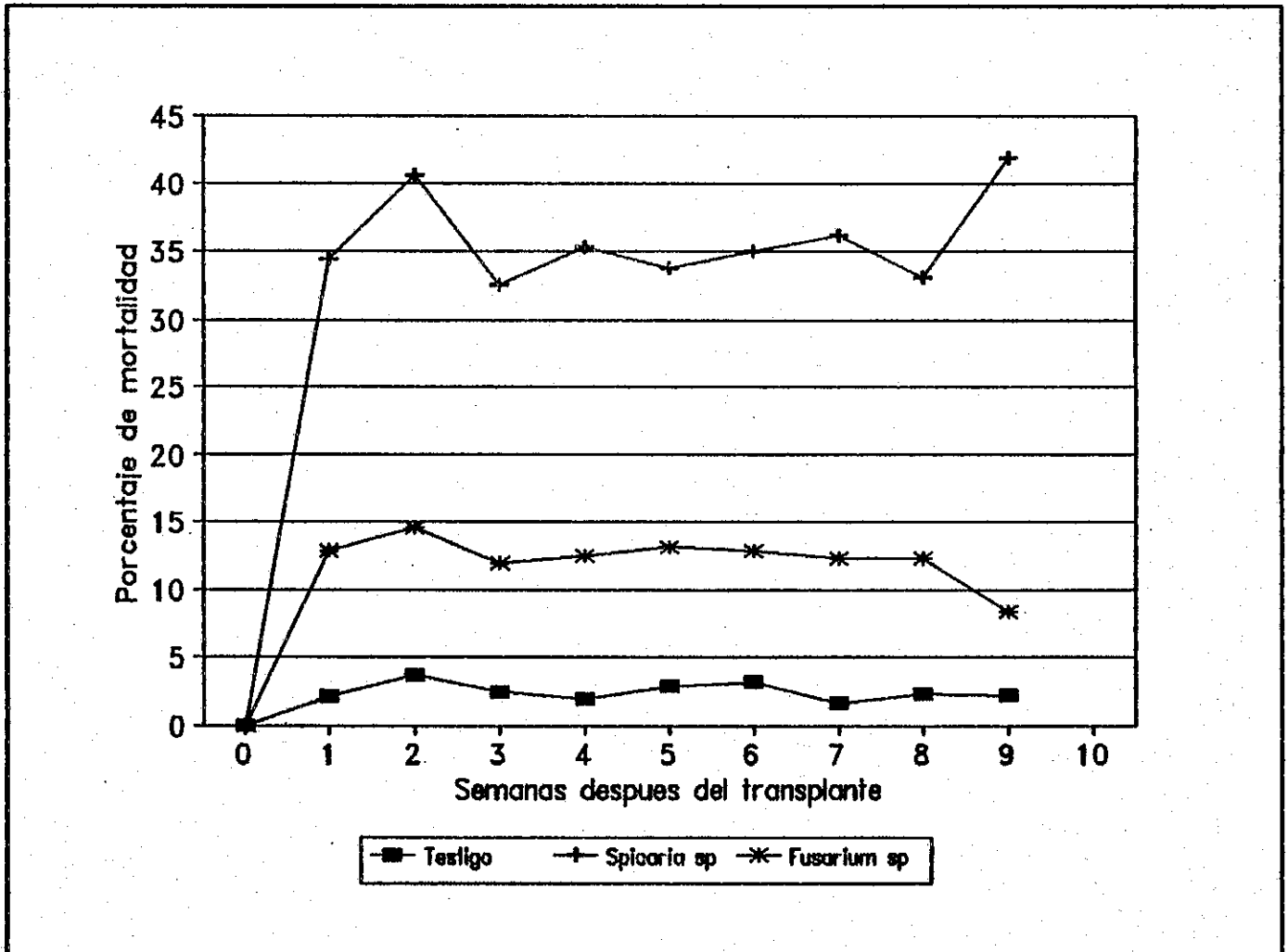


Figura 1. Porcentaje promedio total de mortalidad de larvas de Letophobia aripa en el cultivo de repollo por acción de los hongos entomopatógenos evaluados en La Alameda, Chimaltenango 1,995.

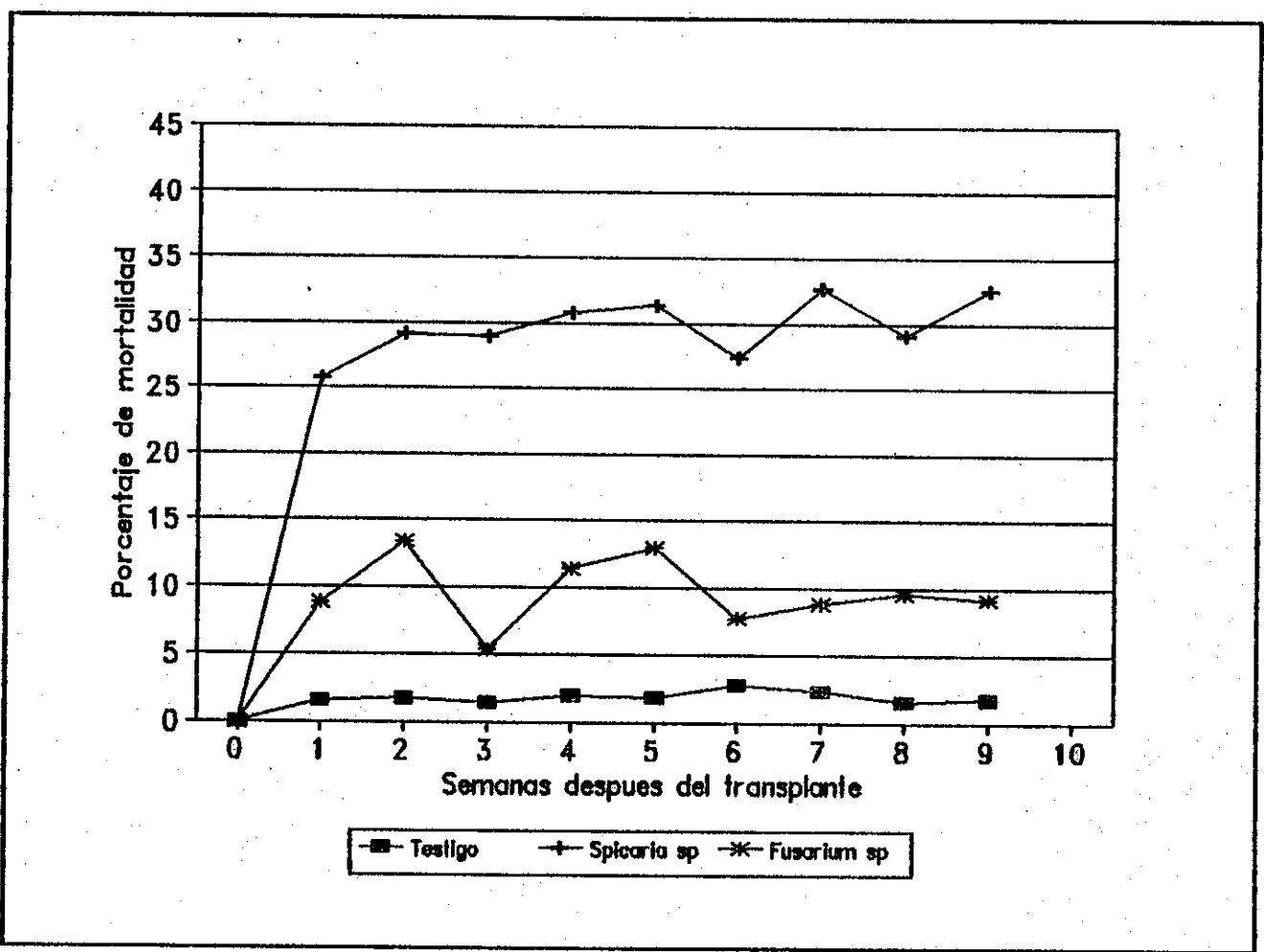


Figura 2. Porcentaje promedio total de mortalidad de larvas de Leptophobia aripa en el cultivo de brócoli por acción de los hongos entomopatógenos evaluados en La Alameda, Chimaltenango 1,995.

8. CONCLUSIONES

1. El tratamiento que causó el más alto porcentaje de mortalidad de larvas del gusano anillado de las coles Leptophobia aripa en el cultivo de brócoli fué el hongo entomopatógeno Spicaria sp. (30.15%), seguido de Fusarium sp. (10.89%).
2. El tratamiento que causó un mayor porcentaje de mortalidad sobre larvas del gusano anillado de las coles Leptophobia aripa en el cultivo de repollo fué el hongo entomopatógeno Spicaria sp. (36.45), seguido de Fusarium sp. (13.13).
3. No existió diferencia significativa entre los porcentajes de mortalidad de Leptophobia aripa semanal por efecto de los hongos entomopatógenos utilizados en los cultivos de brócoli y repollo.
4. Las mariposas blancas (adultos de Leptophobia aripa), tuvieron una mayor preferencia de oviposición en plantas de brócoli, por ende existió una mayor infestación de larvas, como puede observarse en el cuadro 9A.

9. RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones de comparación con otros hongos entomopatógenos comerciales, como es el caso de Beauveria sp. y Metarhizium sp.
2. Si se trabaja en otras investigaciones con Leptophobia aripa se recomienda trabajar con el cultivo de brócoli.

10. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILERA M., R.; RODRIGUEZ O., E.; CORDOVA C., S. 1993. Colecta, identificación y conservación de organismos entomopatógenos de plagas hortícolas. *Tikalía (Gua.)* 11(1-2):91-101.
2. AGUILERA M., R.; CORDOVA C., S.; RODRIGUEZ O., E. 1994. Informe final sobre las pruebas de patogenicidad con microorganismos entomopatógenos de plagas hortícolas y su uso potencial como agentes de control biológico.

Sin publicar.
3. BURGESS, H.D. 1981. *Microbial control of pest and plant diseases 1970-1980*. s.n.t. s.p.
4. BURGESS, H.D.; HUSSEY, N.W. 1971. *Microbial control of insects and mites*. New York, E.E.U.U., Academic press London. 915 p.
5. BURGOS, O. S. 1983. Producción de hortalizas para el altiplano; cultivo de brócoli. Quetzaltenango, Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. 110 p.
6. BUSTILLO, A. E. 1989. Microorganismos entomopatógenos. In: Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. 1991. Ed. por K.L. Andrews y J.R. Quezada. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Depto. de Protección vegetal. p 211-226.
7. COCHRAN, W.C. 1987. *Diseños experimentales*. México, Trillas. 662 p.
8. CRUZ, J. R. DE LA. 1982. Clasificación de la zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
9. DE BACH, P. 1987. *Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas*. Trad. Carlos Manuel Castaño. México, D.F. Continental. 947 p.
10. EDMOND, J. B.; SENN, T. L.; ANDREWS, F. B. 1981. *Principios de horticultura*. 3 ed. trad. Federico García Flores. México, Iberoamérica. 575p.

11. ESTRADA, R. E. 1991. Control microbiano del curso de enseñanza de control biológico en universidades de América Latina. Guatemala, Agrícola el Sol. 15 p.
12. GARZA G., E.; BERLANGA P., A.; HERNANDEZ V., V. 1994. Guía técnica de producción de hongos entomopatógenos. Tecoman, Colombia, Dirección General de Sanidad Vegetal. 10p.
13. GLADSTONE, S. 1988. Efecto de la aplicación del hongo entomopatógeno Nomurea rileyi sobre la dinámica de la micosis en el cogollero Spodoptera frugiperda en el cultivo de maíz. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no. 9:1-11.
14. GLADSTONE, S. 1990. Perspectivas del uso de control microbiológico para plagas del maíz en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no. 17:8-15.
15. GREMIAL DE EXPORTADORES DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES (Gua.). 1995. Información correspondiente a Julio 94 a Diciembre 94, hojas de control de importaciones y exportaciones por producto.

Sin publicar
16. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. 1990. Recomendaciones técnicas agropecuarias para los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla. p. 40.
17. KING, A.B.; SAUNDERS, J. L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 182p.
18. LITTLE, T.; HILLS, F. J. 1976. Metodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, D. F., Trillas. 270 p.
19. METCALF, C.L.; FLINT, W. P. 1965. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. México, CECOSA. 1208 p.
20. MONTGOMERY, D.C. 1991. Diseño y análisis de experimentos. México, Iberoamérica. 590 p.

21. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (E.E.U.U.). 1988. Manejo y control de plagas de insectos, Control de plagas de plantas y animales. México, D.F., Limusa. vol III, 552p.
22. OCHOA, E.; LEAL, H. 1993. Manejo integrado de plagas en brócoli; Fase I: 1991-1992. Guatemala, MIP-ICTA-CATIE-ARF. p.83
23. OSPINA O, H. F. 1980. Técnicas para el aislamiento, identificación y conservación de hongos patógenos del frijol. Cali, Colombia, CIAT. 33p.
24. OVALLE, W.; VELASQUEZ, M. 1992. Un hongo entomopatógeno Spicaria sp. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. Nota Técnico Científico no.11. p. 3.
25. SAUNDERS, J. L. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del repollo. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 80 p.
26. SIMMONS, CH. S.; TARANO, J. M.; PINTO, J. H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado. Guatemala, ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
27. SOMASEGARAN, P.; HOBEN, H. J. 1985. Methods in Legume-Rhizobium Technology. E.E.U.U., University Hawaii Niftal, Department of Agronomy and soil science Hawaii, Institute of Tropical Agriculture and Human Resources, Project and Mireen. 210 p.
28. VILLELA R., J. D. 1992. El cultivo del Brócoli. Guatemala, Proyecto de Desarrollo Agrícola, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. 47 p.

Yo. Bo. Apuriam De La Roca



11. APENDICE

Cuadro 8A. Resultados de campo de la variable rendimiento del cultivo de repollo y brócoli expresado en kg/ha. en la Estación experimental del ICTA La Alameda, Chimaltenango 1995.

Cultivo	Trat\rep	I	II	III	IV	V
Repollo	Testigo	63151.21	63440.10	58685.40	58184.20	68991.99
	<u>Spicaria</u>	63438.41	57314.12	69250.71	58201.84	68982.42
	<u>Fusarium</u>	63911.25	69751.25	58104.12	68914.17	57905.16
Brocoli	Testigo	11370.20	10400.65	12384.6	10296.40	12400.10
	<u>Spicaria</u>	11681.16	12555.61	10558.82	10701.13	12700.10
	<u>Fusarium</u>	11515.23	12526.17	10492.91	12507.41	10474.57

Cuadro 9A. Población acumulada de larvas vivas y muertas de Leptophobia aripa en los cultivos de repollo y brócoli.

Cultivo	Trat\Rep	I		II		III		IV		V		TOTAL	
		V.	M.	V.	M.	V.	M.	V.	M.	V.	M.	V.	M.
Repollo	Testigo	66	2	53	1	68	2	57	2	73	2	317	9
	<u>Spicaria sp.</u>	57	21	48	16	62	23	48	18	49	19	264	97
	<u>Fusarium sp.</u>	59	6	59	9	49	6	66	8	54	8	267	37
Brocoli	Testigo	226	5	254	4	268	6	217	5	246	4	1209	24
	<u>Spicaria sp.</u>	237	88	223	81	248	81	229	45	287	72	1224	367
	<u>Fusarium sp.</u>	204	3	246	28	232	40	256	26	238	34	1176	131

Cuadro 10A

Datos transformados de la variable porcentaje de mortalidad de Leptophobia aripa semanal, en los cultivos de repollo y brócoli en La Estación experimental del ICTA La Alameda, Chimaltenango.

CULTIVOS										
REPOLLO						BROCOLI				
TRATAMIENTO	Repetición					Repetición				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Testigo	5.70	6.00	7.25	12.90	9.56	8.60	6.50	5.70	8.50	6.00
Spicaria sp.	30.60	32.20	39.12	37.60	40.15	30.10	33.14	30.16	29.14	30.12
Fusarium sp.	15.01	19.28	17.25	23.60	20.11	6.50	15.40	24.18	20.11	25.16
Testigo	9.84	10.12	11.26	13.05	11.02	8.61	5.70	6.50	7.80	8.60
Spicaria sp.	35.15	42.25	36.14	44.15	40.16	40.40	33.60	39.40	21.60	28.56
Fusarium sp.	17.14	19.85	25.14	27.01	23.12	6.60	19.81	28.11	24.12	27.16
Testigo	5.80	11.12	12.00	6.50	6.60	5.70	6.50	7.10	8.10	5.70
Spicaria sp.	31.70	32.45	33.74	39.10	36.79	32.50	35.40	29.10	32.50	33.40
Fusarium sp.	19.75	21.60	23.14	15.16	21.19	5.70	14.00	18.50	5.70	22.14
Testigo	4.80	5.70	9.85	10.11	9.26	5.70	6.50	6.50	9.10	10.34
Spicaria sp.	30.12	33.22	36.17	40.35	36.76	42.10	34.16	38.14	24.14	30.18
Fusarium sp.	16.50	25.12	15.18	19.26	27.11	11.40	20.14	26.11	21.02	18.60
Testigo	6.42	5.70	10.34	13.05	12.90	12.90	5.70	5.70	5.70	8.11
Spicaria sp.	40.48	31.00	30.11	39.50	36.76	39.20	41.60	36.30	24.04	29.30
Fusarium sp.	18.63	27.42	16.23	16.81	25.22	5.10	20.30	29.30	22.60	26.00
Testigo	6.28	5.70	11.36	12.15	14.10	10.11	6.50	9.60	11.14	8.10
Spicaria sp.	42.16	30.14	26.95	42.30	37.05	35.14	37.18	32.40	22.60	30.40
Fusarium sp.	20.12	27.46	16.16	17.21	22.14	6.11	18.60	22.60	14.11	18.65
Testigo	8.50	5.70	6.50	6.20	7.40	6.60	7.18	11.60	12.40	5.70
Spicaria sp.	41.25	30.12	40.17	36.14	37.14	41.40	41.40	37.30	26.40	27.85
Fusarium sp.	16.80	17.56	19.96	22.25	24.14	5.70	21.40	26.70	14.90	17.80
Testigo	10.14	11.12	10.25	6.50	5.70	5.70	6.50	11.40	5.70	6.40
Spicaria sp.	36.26	36.21	31.14	30.16	39.78	36.12	38.10	33.15	24.50	31.60
Fusarium sp.	19.19	25.14	27.11	26.14	25.14	6.60	25.50	22.45	17.40	14.60
Testigo	6.50	7.50	10.12	6.50	6.60	6.50	6.60	9.16	6.50	7.00
Spicaria sp.	39.15	42.15	44.11	39.11	40.07	40.12	38.10	36.16	29.30	29.40
Fusarium sp.	17.14	15.16	19.06	15.24	16.60	5.70	22.60	21.40	19.30	15.60

Cuadro 11A.

Datos transformados de la variable porcentaje promedio total de mortalidad de Leptophobia aripa en los cultivos de repollo y brócoli en La Estación Experimental del ICTA, La Alameda, Chimaltenango 1,995.

Cultivo	Trat\rep	I	II	III	IV	V	X
Repollo	Testigo	7.36	7.96	10.48	10.48	9.30	9.12
	Spicaria	37.07	34.77	37.74	37.74	38.33	37.13
	Fusarium	18.07	22.40	20.93	20.93	23.57	21.18
Brócoli	Testigo	8.21	7.17	8.43	8.61	7.47	7.98
	Spicaria	37.56	37.12	34.76	26.20	33.31	33.79
	Fusarium	6.92	19.85	24.56	18.42	19.29	17.80



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 AGRONOMICAS

Ref. Sem. 003-96

LA TESIS TITULADA: " EVALUACION DEL EFECTO DE 2 CEPAS NATIVAS DE HONGOS ENTOMOPATO-
 GENOS SOBRE LAS POBLACIONES DE Leptophobia aripa ASOCIADAS
 A LOS CULTIVOS DE BROCOLI (Brassica oleracea var. Botrytis,
 subvar. Itálica) Y REPOLLO (Brassica oleracea var. capitata),
 EN LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO".


DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: SERGIO ALFREDO RIVERA YAT

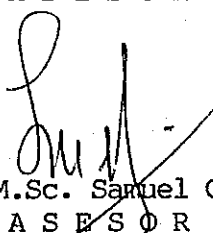
CARNET No: 8913566

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Gustavo Alvarez
 Ing. Agr. Filadelfo Guevara

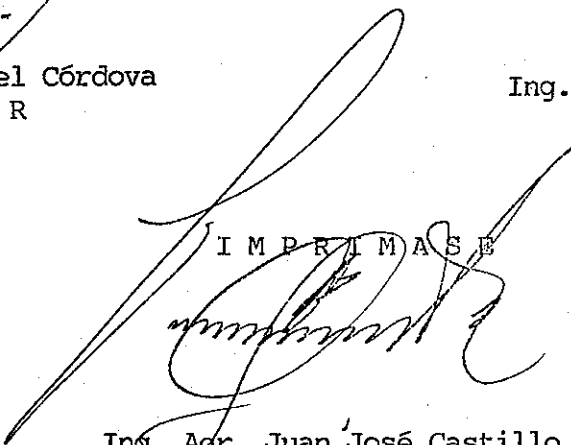
Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha
 cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía
 de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


 Ing. M.Sc. Rolando Aguilera
 ASESOR


 Ing. M.Sc. Edil Rodríguez
 ASESOR


 Ing. M.Sc. Samuel Córdova
 ASESOR


 Ing. Agr. Fernando Rodríguez
 DIRECTOR DE LA
 DIRECCIÓN
 DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS


 I M P R I M A S E
 Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
 DECANO EN FUNCIONES



cc: Control Académico
 Archivo
 FR/prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770

