

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

IDENTIFICACIÓN DE LA CHINCHE LIGUS EN FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch.), DAÑO QUE CAUSA Y SU CONTROL CON *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., EN IRAPUATO, GUANAJUATO

T E S I S

**Que Como Requisito Parcial
Para Obtener el Grado de**

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN PROTECCIÓN VEGETAL**



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

P R E S E N T A

MARÍA GRACIELA GONZÁLEZ SANTAROSA

Chapingo, Estado de México, agosto del 2004

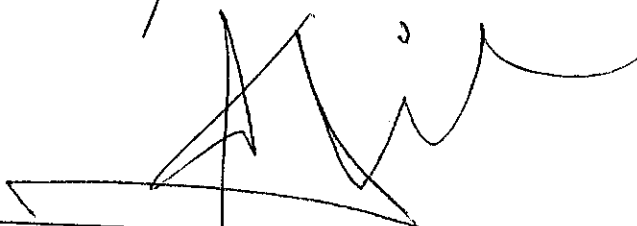


IDENTIFICACIÓN DE LA CHINCHE LIGUS EN FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch.), DAÑO QUE CAUSA Y SU CONTROL CON *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., EN IRAPUATO, GUANAJUATO.

Tesis realizada por **María Graciela González Santarosa** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, siendo aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR: 
DR. SAMUEL RAMÍREZ ALARCÓN

ASESOR: 
DR. VÍCTOR MANUEL PINTO

ASESOR: 
DR. JOSÉ CRUZ SALAZAR TORRES

DEDICATORIA

A mis padres:

Bertha Santarosa y Luis González

Por haberme brindado la vida y por apoyarme incondicionalmente en todo momento.

A mis hijas:

Stephani y Belem

Quienes son lo más importante en mi vida y por brindarme el entusiasmo de seguir adelante.

A mis hermanos:

Gerardo, José Luis, Manuel, Jorge, Martín, Lupe y Rigo

Por el cariño y apoyo brindado desinteresadamente para llegar a realizar mis metas.

A Fermín, por enseñarme a pescar y apoyar mis decisiones, gracias.

A todos mis tíos (as), sobrinos (as) y cuñadas (os).

A mis amigos:

Herlinda, Lupe Torres, Lulú, Azucena, Elsa, Wilson, Noé, Rodrigo, Mundo y Samuel.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Autónoma Chapingo, por haberme dado la oportunidad de realizarme profesionalmente.
- Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo económico para la realización de mis estudios de maestría.
- Al Departamento de Parasitología Agrícola, por las facilidades otorgadas durante mis estudios de posgrado.
- Al Departamento de Preparatoria Agrícola por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios de maestría.
- Al Doctor Samuel Ramírez Alarcón, por apoyar y respetar siempre mis decisiones.
- Al Doctor Víctor Manuel Pinto, por la revisión y sugerencias para mejorar el presente escrito.
- Al Doctor José Cruz Salazar Torres, por el empeño y dedicación en la revisión del escrito y por sus acertadas observaciones al mismo.
- Al Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato y a la empresa BIOTROPIC, por la donación de las cepas evaluadas.
- Al Ing. Rigoberto González Santarosa, quien con el afán de brindar todos sus conocimientos y experiencia sobre la fresa, brindó todas las facilidades para la realización de esta investigación y apoyó en la fase de campo sin escatimar recursos para que ésta se efectuara.
- Al Dr. Fermín Jaimes Albíter, por su apoyo en cada una de las fases de este experimento y por sus acertadas sugerencias.
- A la Lic. Erika González Granados, a quien de no haber sido por su paciencia y disponibilidad para el trabajo, hubiese sido muy difícil llevar a buen término la fase de campo.
- A Bertha Santarosa, Yolanda Granados y Lupe Torres, por colaborar desinteresadamente en la fase de campo.
- Al Sr. Felipe y David por brindar su amistad y apoyo en el Departamento.

DATOS BIOGRÁFICOS

María Graciela González Santarosa nació en Irapuato, Guanajuato el 25 de agosto de 1970. Realizó sus estudios básicos en San José de la Laguna, Irapuato, Gto. En 1987 ingreso a la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo y en 1994 se graduó como Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia en la misma institución. El cinco de diciembre del mismo año presentó su examen profesional con la tesis: **Efecto de la aplicación de reguladores del crecimiento (Clormequat y AG₃) en el cultivo de gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus) en maceta**. En diciembre de 1994 ingresó a trabajar como jefe del Departamento de Hidrometría y Estadística de la Agrupación de Productores del Módulo Abasolo Distrito de Riego 11 A.C. en Abasolo, Gto. Desde el 16 de marzo de 1996 se incorporó como Técnico Académico del Área de Agronomía de la Preparatoria Agrícola para impartir las prácticas de Sistemas de Producción Agrícola, Agronomía I, Agronomía II, Agronomía III y Agronomía IV; ha dirigido más de 11 viajes de estudio y fue coautor del folleto "Cultivo de la pitahaya en Yucatán", compilador del "Primer Curso-Taller de Agricultura Orgánica" y "Primer Curso-Taller de Capacitación en Desarrollo Sustentable: Agricultura Orgánica". En el 2000 ingresó a la Maestría en Ciencias en Protección Vegetal en la UACH.

IDENTIFICACIÓN DE LA CHINCHE LIGUS EN FRESA (*Fragaria x ananassa* Duch.), DAÑO QUE CAUSA Y SU CONTROL CON *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., EN IRAPUATO, GUANAJUATO

TARNISHED PLANT BUG IDENTIFICATION AND DAMAGE IN STRAWBERRIES (*Fragaria x ananassa* Duch.), AND ITS CONTROL THROUGH *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., IN IRAPUATO, GUANAJUATO

Maria Graciela González Santarosa¹ y Samuel Ramírez Alarcón²

RESUMEN

Se identificó la especie de chinche ligus que ataca al cultivo de fresa en Irapuato, Guanajuato; se evaluó el daño que ésta causa, y la efectividad biológica de las cepas L-BB (50 y 100 g ha⁻¹) y Bblygus04 (100 y 200 g ha⁻¹) de *Beauveria bassiana* bajo condiciones de laboratorio en ninfas y adultos, y en campo sobre ninfas, misma que se comparó con la de un testigo regional (Endosulfán) y un testigo absoluto. Empleando claves taxonómicas, se determinó que la especie de chinche es *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois). Se encontró evidencia estadística significativa ($P < 0.0001$) en la efectividad biológica de *B. bassiana* tanto en laboratorio como en campo. En laboratorio, el máximo porcentaje de mortalidad fue de 36.84 % para ninfas y 41.4 % para adultos; la mayor mortalidad se presentó entre el tercero y quinto día después de la aplicación; en cambio el Endosulfán alcanzó el 96.4 % en ninfas y 100 % en adultos, un día después. En campo, a pesar de haber alcanzado una efectividad máxima de 47.2 %, ninguna de las cepas redujo la densidad de población al umbral de acción de 0.25 ninfas/racimo floral, el cual sí se logró con Endosulfán. Con la aplicación de *B. bassiana* se mejoró el rendimiento y la calidad de los frutos, sin superar lo obtenido con el testigo regional.

Palabras clave: *Lygus lineolaris*, hongos entomopatógenos, patogenicidad, control biológico.

ABSTRACT

The Tarnished Plant Bug species that affects strawberry fields in Irapuato, Guanajuato, was identified, as well as the damage it generates. The biological efficacy of L-BB (50 and 100 g ha⁻¹) and Bblygus04 (100 and 200 g ha⁻¹) from *Beauveria bassiana* isolates was evaluated for the nymphs and adults in laboratory, and nymphs in field conditions. After this, the results were compared with a regional treatment (Endosulfan) and a control. Using taxonomic keys, it was determined that the species is *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois). Significant statistical evidence ($P < 0.0001$) for the biological efficacy of *B. bassiana* was detected in both laboratory and in the field. In laboratory, the maximum nymph mortality percent was 36.84% and 41.4 % in adults. The major mortality occurred between the third and fifth days after application, whereas with Endosulfan the mortality was 96.4 % in nymphs and 100 % in adults, one day after. In the field, in spite of achieving a maximum efficacy of 47 %, none of the isolates decreased the population levels to the action threshold of 0.25 nymphs/flower cluster, which was obtained with the Endosulfan. *B. bassiana* applications improved strawberry yield and quality, without surpassing that which was obtained with the regional treatment.

Keys word: *Lygus lineolaris*, pathogenicity, biological control, entomopathogenic fungi.

¹ Tesista

² Director de tesis

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Importancia económica de la fresa en México.....	4
2.1.2 Generalidades del cultivo.....	5
2.1.2.1. Origen.....	5
2.1.2.2. Características botánicas.....	6
2.1.2.3. Variedades.....	6
2.1.2.4. Clasificación taxonómica.....	7
2.1.2.5. Requerimientos climáticos y edáficos.....	7
2.1.2.6. Proceso de producción.....	8
2.1.2.7. Problemas fitosanitarios.....	8
2.2. Chinche ligus (<i>Lygus</i> spp. Hanh).....	9
2.2.1. Importancia	9
2.2.2. Origen y distribución.....	10
2.2.3. Clasificación taxonómica.....	10
2.2.4. Descripción morfológica.....	11
2.2.5. Biología	12
2.2.6. Daños causados por <i>Lygus</i> spp.....	13
2.2.7. Monitoreo y umbral de acción.....	14
2.2.8. Estrategias de control.....	15
2.2.8.1. Control cultural.....	15
2.2.8.2. Control químico.....	16
2.2.8.3. Control biológico.....	16
2.2.8.4. Manejo integrado de plagas.....	17
2.3. El hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo)	
Vuillemin.....	18
2.3.1. Clasificación taxonómica.....	18
2.3.2. Morfología del hongo.....	19

2.3.3. Modo de acción.....	20
2.3.4. Condiciones favorables para el desarrollo del hongo.....	22
2.3.4.1. Temperatura.....	22
2.3.4.2. Humedad.....	23
2.3.4.3. Luminosidad.....	23
2.3.5. Incidencia de <i>B. bassiana</i> sobre hemípteros.....	24
2.3.6. Efectividad biológica de los hongos entomopatógenos.....	27
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. Localización del área de estudio.....	28
3.2. Identificación taxonómica de la especie de chinche ligus de la fresa.....	29
3.3. Descripción de los tratamientos empleados.....	29
3.4. Efectividad biológica de <i>B. bassiana</i> sobre ninfas de <i>Lygus</i> spp. en laboratorio.....	30
3.5. Efectividad biológica de <i>B. bassiana</i> sobre adultos de <i>Lygus</i> spp. en laboratorio.....	32
3.6. Efectividad biológica de <i>B. bassiana</i> contra ninfas de <i>Lygus</i> spp. en condiciones de campo.....	33
3.7. Estimación del rendimiento y determinación del daño causado por <i>Lygus</i> spp. en frutos de fresa en campo	35
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1. Identificación a nivel de especie de la chinche ligus de la fresa	36
4.2. Efectividad biológica de <i>B. bassiana</i> sobre ninfas de <i>L. lineolaris</i> en laboratorio	39
4.3. Efectividad biológica de <i>B. bassiana</i> sobre adultos de <i>L. lineolaris</i> en laboratorio.....	42
4.4. Efectividad biológica de <i>B. bassiana</i> contra ninfas de <i>Lygus</i> spp. en condiciones de campo.....	46
4.5. Efecto de <i>L. lineolaris</i> sobre el rendimiento de fresa	51
4.6. Categorías del nivel de daño en frutos de fresa	52
4.7. Porcentaje de frutos de fresa dañados por <i>L. lineolaris</i>	54
5. CONCLUSIONES.....	58
6. LITERATURA CITADA.....	60

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	TITULO	PÁGINA
1	Descripción de los tratamientos que se evaluaron para el control de ninfas y adultos de chinche ligus (<i>Lygus</i> spp.) en la fase de laboratorio y campo. Febrero-marzo del 2004.....	30
2	Comparación de medias de la mortalidad de ninfas de <i>L. lineolaris</i> y la efectividad de los tratamientos en condiciones de laboratorio (25 ± 1 °C, HR $70\pm 5\%$, 12:8 h luz: oscuridad). Chapingo, México. Marzo del 2004.....	40
3	Comparación de medias de la mortalidad acumulada de adultos de <i>L. lineolaris</i> y el porcentaje de efectividad en condiciones de laboratorio (25 ± 1 °C, HR $70\pm 5\%$, 12:8 h luz: oscuridad). Chapingo, México. Marzo del 2004.....	43
4	Comparación de medias del número de ninfas de <i>L. lineolaris</i> por racimo floral, cinco días después de la primera aplicación de los tratamientos. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. 20 de febrero del 2004.....	47
5	Comparación de medias del número de ninfas de <i>L. lineolaris</i> por racimo floral cinco días después de la segunda aplicación de <i>B. bassiana</i> . San José de la Laguna, Irapuato, Gto. 25 de febrero del 2004.....	48

6	Comparación de medias del número de ninfas de <i>L. lineolaris</i> por racimo floral, cinco días después de la tercera aplicación de <i>B. bassiana</i> en fresa. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. 1 de marzo del 2004.....	49
7	Comparación de medias del número de ninfas de <i>L. lineolaris</i> por racimo floral cinco días después de la cuarta aplicación de <i>B. bassiana</i> en fresa. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. 5 de marzo del 2004.....	50
8	Comparación de medias de rendimiento de fresa, después de cuatro aplicaciones con <i>B. bassiana</i> y una con Endosulfán. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. Febrero-marzo del 2004.....	51
9	Comparación de medias del porcentaje de daño causado por <i>L. lineolaris</i> a los frutos de fresa después de cuatro aplicaciones de <i>B. bassiana</i> y una con Endosulfán. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. Febrero-marzo del 2004.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	TITULO	PÁGINA
1	Ubicación geográfica del lugar donde se llevó acabo la colecta y fase de campo de esta investigación en el municipio de Irapuato, Gto.	28
2	Vista dorsal (a) y ventral (b) de un macho de <i>Lygus lineolaris</i> colectado en fresa. San José de la Laguna, Irapuato, Guanajuato. 2004.....	37
3	Características distintivas de <i>L. lineolaris</i> : a) cabeza: clipeo (Cl), lorum (l) y jugum (Ju); b) antena con cuatro artejos; c) pronoto; d) propleura con dos líneas oscuras; e) escutelo amarillento con una línea media (Lm) y una lateral (LI) y el mesoscuto (Ms); f) cuneus pálidos; y g) tibia posterior amarillenta.....	38
4	Vista dorsal (a) y ventral (b) de una hembra adulta de <i>Lygus lineolaris</i> colectada en fresa. San José de la Laguna, Irapuato, Guanajuato. 2004.....	39
5	Porcentaje de mortalidad acumulada en ninfas de <i>L. lineolaris</i> después de la aplicación de los tratamientos en condiciones de laboratorio. Chapingo, México. Marzo del 2004.....	41
6	Ninfas de <i>L. lineolaris</i> esporuladas con <i>B. bassiana</i> , cuatro días después de estar en la cámara húmeda. Chapingo, México. Marzo del 2004.....	42

7	Comportamiento del porcentaje de mortalidad acumulado de adultos de <i>L. lineolaris</i> después de la aplicación de los tratamientos. Chapingo, México. Marzo del 2004.....	44
8	Esporulación del hongo <i>B. bassiana</i> en cuerpos de chinches ligus adultas (<i>L. lineolaris</i>) con la cepa Bblygus04, cuatro días después de estar en la cámara húmeda. Chapingo, México. Marzo del 2004.....	45
9	Esporulación de <i>B. bassiana</i> en cuerpo de chinches adultas con la cepa L- BB, cuatro días después de estar en la cámara húmeda. Chapingo, México. Marzo del 2004.....	45
10	Categorías del daño causado por <i>L. lineolaris</i> a los frutos de fresa. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. Febrero-marzo del 2004.....	53
11	Número de frutos de fresa por categorías de daño causado por <i>L. lineolaris</i> en cada tratamientos después de cuatro aplicaciones con <i>B. bassiana</i> y una de Endosulfán. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. Febrero-marzo del 2004.....	54
12	Porcentaje de frutos sanos y dañados por <i>L. lineolaris</i> después de cuatro aplicaciones con <i>B. bassiana</i> y una con Endosulfán. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. Febrero-marzo del 2004.....	57

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la fresa representa para México una fuente importante de divisas; tiene además un fuerte impacto socioeconómico en las regiones donde se produce, dada la gran cantidad de trabajo que demanda. De manera directa se estima que ocupa más de 1 185 jornales por hectárea desde el vivero, huerta, y la industria que la transforma e indirectamente genera empleos en la comercialización, elaboración y distribución de insumos y de servicios, entre otros (Vega del Río, 2000).

Un problema que enfrentan los productores de México, es la total dependencia del material vegetativo procedente de California, EUA. Actualmente la Universidad de California, EUA., tiene en su poder la patente de las variedades que se cultivan en los Estados Unidos de Norteamérica y México, reclamando el pago de regalías por la reproducción de sus materiales; esto significa que los productores tienen que pagar más del 40% del costo de la planta, lo que incrementa considerablemente los costos de producción y una fuga importante de divisas.

Uno de los principales estados productores de este cultivo en México, es Guanajuato, el cual ha disminuido en los últimos tres años, su superficie de fresa de 1 663.5 ha en 1999 a 1 090 ha en el 2003, debido a una serie de problemas dentro de los cuales destacan los de tipo fitosanitario, para los que se destina un gran porcentaje del costo de producción, repercutiendo negativamente en las ganancias de los productores. Estos problemas se han agravado de manera considerable debido al uso irracional de agroquímicos, variedades susceptibles, manejo inadecuado de viveros y de la nutrición

de las plantas, plagas, enfermedades y el uso de los suelos "freseados" sin ningún tratamiento o fumigación (Dávalos, 2000; SAGARPA, 2004).

Este cultivo se ve afectado severamente por la chinche ligus, plaga que deteriora la calidad de la fruta, merma la producción y por consiguiente ocasiona pérdidas económicas a los productores (Larson 2000; CESAVER, 2001).

En nuestro país, las referencias sobre la chinche ligus son en su mayoría imprecisas, ya que se le trata de manera general como plaga del complejo ligus o simplemente *Lygus* spp., lo cual implica un desconocimiento de la especie en cuestión. Lo anterior ocasiona problemas, pues al abordar una investigación sobre estos míridos se ignora si se está trabajando con una o varias especies, lo que hace más difícil su control.

Sumando a lo anterior, las estrictas medidas sanitarias impuestas al comercio internacional de productos frescos como la fresa, y particularmente lo referente a la presencia de residuos de insecticidas químicos, aparece la necesidad de buscar alternativas de control que sean inocuas para el humano y amigables con el ambiente. En este sentido, el control con microorganismos entomopatógenos representa una alternativa viable para minimizar el problema de residuos; específicamente, el hongo *Beauveria bassiana* puede contribuir a controlar las poblaciones de chinche ligus; por lo que en el presente estudio, se plantearon los siguientes objetivos:

1. Identificar la especie de chinche ligus que ataca al cultivo de la fresa en Irapuato, Gto.

2. Evaluar la efectividad biológica de las cepas L-BB y Bblygus04 de *B. bassiana* en el control de chinche *Lygus* spp. en condiciones de laboratorio y campo.
3. Evaluar el daño causado por *Lygus* spp. a los frutos de fresa y su efecto en el rendimiento y calidad.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia económica de la fresa en México

En México, el cultivo de la fresa se inicio a fines del siglo XIX en Irapuato, Guanajuato, siendo hasta después de la Segunda Guerra Mundial que adquirió gran importancia, debido a la demanda de esta fruta en el mercado de los Estados Unidos de América (Dávalos *et al.*, 1992).

México se encuentra entre los 10 principales países productores de fresa, pero su importancia ha ido disminuyendo, pues de ser el segundo productor mundial en 1965, pasó al décimo en 1988 y avanzó al octavo en el 2002 (Dávalos, 2000; Faedi *et al.*, 2002).

En la década de los ochenta, la producción nacional media anual de fresa fue de 77 631 t, de las cuales se exportaron 22 522 t. En este periodo se cultivó un promedio anual de 4 120 ha, de esa superficie el 50% correspondió al estado de Michoacán y el 40 % al de Guanajuato (Dávalos, 2000). Para 1992 se plantaron 5 000 ha (50 % en Zamora y 40 % en Irapuato), con una producción superior a las 100 000 t, de ese volumen se exportó el 30 % como fruta fresca o congelada. Para esta fecha empezó el cultivo de la fresa en otros estados, destacando el de Baja California (CESAVEG, 2001).

En el estado de Guanajuato se reportaron para el ciclo 1998-1999, 1 663 ha; para el ciclo 1999-2000 la superficie disminuyó a 1 489, y para el 2002-2003 sólo se cultivaron 1 090 ha (CESAVEG, 2001; SAGARPA, 2004).

Las condiciones climáticas de las zonas productoras de fresa en México son excepcionalmente favorables, pues tienen un clima templado, sin temperaturas extremas, lo cual ocasiona que la planta tenga fructificación durante todo el año. Esto es ventajoso, ya que es posible producir fresa en el invierno, cuando la fruta en fresco adquiere su mejor precio en el mercado internacional (Dávalos *et al.*, 1992).

En nuestro país, el cultivo de la fresa representa una fuente importante de divisas; tiene además un gran impacto socioeconómico en las regiones donde se produce. Debido a que la mayoría de las labores se realiza de manera manual, se requieren de más de 1 185 jornales por hectárea desde el vivero, la huerta comercial hasta la industrialización (Vega del Río, 2000); además, dentro de los costos de producción e industrialización, se requiere de una apreciable cantidad de recursos económicos, insumos y servicios empleados en dichos procesos.

2.1.2. Generalidades del cultivo

2.1.2.1. Origen

El origen de la fresa se ubica en lo que ahora es la República de Chile, donde la especie *Fragaria chiloensis* L. Duch. ya era cultivada por los nativos y en 1750 fue llevada a Francia. La especie *Fragaria chiloensis* y la especie norteamericana *Fragaria virginiana* Duch., se hibridaron y dieron origen a la progenitora de la fresa moderna que fue dada a conocer por Miller en 1759 y por Duchesne en 1766 como *Fragaria x ananassa* Duch., evolucionando hasta convertirse en la fresa más cultivada en todo el mundo, lo que estimuló a varios fitomejoradores de Inglaterra, Francia y América a cruzar las variedades disponibles de las especies mencionadas, dando origen a una amplia gama de variedades (Vega del Río, 2000).

2.1.2.2. Características botánicas

La fresa es una planta perenne que se reproduce sexualmente por medio de la semilla y vegetativamente mediante estolones. La reproducción de las plantas a partir de semillas se usa para la obtención de nuevos cultivares de fresa, y la reproducción vegetativa es utilizada para reproducir las plantas que se emplean en la agricultura comercial y en jardinería (Strand, 1994).

Las hojas se agrupan en rosetas y se insertan en la corona, son pecioladas y están provistas de dos estípulas rojizas. Su limbo está dividido en tres folíolos pedicelados de bordes dentados con el envés cubierto de vellosidades. De las axilas de las hojas nacen las inflorescencias, las cuales presentan un pedúnculo más o menos largo, y adquieren la forma de racimos, o de cimas unifloras. Las flores son actinomorfas dotadas de brácteas subcalcinas, cáliz gamosépalo y pétalos blancos. La polinización suele ser alógama y entomófila (Moroto, 1988; Strand, 1994).

El fruto es un aquenio, el cual se localiza sobre la superficie del tejido del receptáculo. Cada aquenio en desarrollo produce reguladores del crecimiento que inducen al tejido del ovario y del receptáculo a agrandarse (Strand, 1994).

2.1.2.3. Variedades

Las principales variedades de fresa que se cultivan en México proceden del programa de mejoramiento genético de la Universidad de California, EUA. Este programa ha generado variedades con amplia adaptación en todo el mundo, aunque el comportamiento de una variedad puede variar según la región y el sistema de cultivo (Larson, 2000). Dada la amplia gama de variedades de fresa que existen, las que se adaptan perfectamente a las condiciones de México son: Camarosa, Oso grande, Chandler, Seascape, Diamante y Aromas (Dávalos *et al.*, 1992; Larson, 2000).

2.1.2.4. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la fresa, de acuerdo con Avitia y Castillo (2002) es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Angiosperma (Magnoliophyta)

Clase: Dicotyledoneae (Magnoliopsida)

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Fragaria*

Especie: *Fragaria x ananassa* Duch.

2.1.2.5. Requerimientos climáticos y edáficos

a) Temperatura. La fresa alcanza su máxima calidad y rendimiento en las regiones subtropicales o subtempladas. Estas regiones se distinguen por inviernos benignos y por sus condiciones ambientales de moderadas a suaves, pues su temperatura media anual oscila entre los 12 y 20 °C y no baja a -5 °C ni excede los 40 °C; con estas condiciones y el uso de variedades mejoradas y técnicas avanzadas de producción, es posible producir fruta de alta calidad durante más de seis o siete meses (Larson, 2000). Las heladas afectan al cultivo retrasando la maduración del fruto y disminuyen los rendimientos.

b) Fotoperiodo. En la fresa el fotoperiodo regula la formación de las hojas, racimos florales y tolerancia al frío, aunque la respuesta está dada en función de la duración de la noche. Las plantas de fresa tienen requerimientos específicos de fotoperiodo y temperaturas para que la iniciación floral sea posible (Dávalos, 1987).

La fresa se clasifica según su tendencia a florecer bajo diferentes fotoperiodos, pero la temperatura también tiene un efecto muy grande en la floración. En general las variedades de "día corto" sólo florecen cuando hay menos de 12 o 13 horas de luz en el día, mientras que las variedades de "día neutro" florecen sin importar el número de horas de luz. Pero con días largos y temperaturas moderadas o frescas (menos de 20 a 25 °C en el día, y de 15 °C en la noche) las variedades de día corto pueden seguir floreciendo. Las variedades de "día largo" (16 horas de luz) con temperaturas altas (21 °C) estimulan la producción de estolones pero reducen la producción de flores, en cambio, las de día largo con temperaturas menores a 12.8 °C, la planta produce menos estolones y mucho más flores (Larson, 2000).

c) Suelo. La fresa se desarrolla mejor en terrenos con buen drenaje, de textura ligera y profundos dado el escaso poder de penetración de sus raíces, por lo que los mejores suelos son los franco-arenosos y ricos en materia orgánica (Moroto, 1988).

2.1.2.6. Proceso de producción

En el proceso de producción de la fresa es importante considerar los factores que afectan el crecimiento de la planta y la producción de fruta, tales como: tipo de suelo, calidad del agua, preparación del terreno, selección de variedades, épocas de plantación, formas de plantación, densidad de plantación, labores de cultivo, fertilización, sistemas de riego, programas para el control de plagas y enfermedades, para finalizar en el control de calidad en la cosecha (Dávalos *et al.*, 1992; Larson, 2000).

2.1.2.7. Problemas fitosanitarios

El cultivo de la fresa se ve afectado por una gran variedad de plagas y enfermedades que deterioran la calidad de su fruta y por consiguiente

ocasionan pérdidas económicas al productor (Mendoza, 1987; Dávalos *et al.*, 1992; Larson, 2000).

a) Enfermedades. Dentro de las enfermedades más frecuentes que se presentan en las regiones freseras de México están: la secadera (*Fusarium oxysporum* f. sp. *fragaria*., *Rhizoctonia* sp., *Verticillium* sp. y *Alternaria* sp.), la antracnosis (*Colletotrichum* sp.), peca de la hoja (*Ramularia tulasneii*), la cenicilla (*Sphaerotheca macularis*), el moho gris del fruto (*Botrytis cinerea*), la pudrición de la corona (*Phytophthora cactorum*), la pudrición roja de la raíz (*Phytophthora fragaria*), la mancha angular (*Xantomonas fragariae*), y las enfermedades causadas por virus y micoplasmas (Mendoza, 1987; Dávalos *et al.*, 1992; CESAVER, 2002).

b) Plagas. La fresa es atacada por una gran diversidad de organismos plaga, que si no se controlan oportunamente, disminuyen su rendimiento y calidad; lo que ocasiona cuantiosas pérdidas a los productores (Dávalos, 1992). Dentro de las plagas de mayor importancia se encuentran, la chinche ligus (*Lygus* spp.), el gusano del fruto (*Spodoptera exigua*), los trips (*Trips* spp.), la araña ciclamina (*Steneotarsonemus pallidus*) y roja (*Tetranychus urticae*), los pulgones (*Chaetosiphon* sp., *Aphis gossipy*, *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*), el gusano elotero (*Helicoverpa zea*), y las gallinas ciegas (*Phyllophaga* sp., *Ciclocephala* sp., *Anomala* sp.) (Dávalos *et al.*, 1992; Maas, 1992; CESAVER, 2002).

2.2. Chinche ligus (*Lygus* spp. Hahn)

2.2.1. Importancia

La chinche ligus (*Lygus* spp.) está considerada como una plaga cosmopolita con una amplia variedad de hospederos, que incluyen a más de 120 especies

dentro de 30 familias de plantas (Taksdal, 1962; Young, 1986). De hecho, es la plaga más importante, ya que ocasiona daños directos al fruto de la fresa y es en definitiva una plaga bastante severa en las zonas productoras de este cultivo en EUA. (Larson, 2000).

La presencia de *Lygus* spp. se ha incrementado en las zonas productoras de fresa debido al uso de variedades susceptibles a esta plaga y a la resistencia creada por esta especie a los productos químicos, lo que incrementa el número de aplicaciones de pesticidas incrementando los costos de producción (Dávalos, 2000).

2.2.2. Origen y distribución

El género *Lygus* fue descrito a principios de 1833, y actualmente cuenta con aproximadamente 43 especies conocidas en todo el mundo, de las cuales al menos nueve son de importancia económica en Norte América, Europa y Asia (Kelton, 1975). Este género se distribuye en el Norte y Sur de América, Reino Unido, Europa, África, India, Rusia, China, Japón, Australia, y Nueva Zelanda (South, 1991; Maas, 1992), y la especie *Lygus lineolaris* se distribuye en todas las provincias de Canadá, Alaska, y en 48 estados más de los Estados Unidos de Norteamérica (excepto New Jersey, Isla Rhoda y Vermot), y en casi todo México (Kelton, 1975; Young, 1986).

2.2.3. Clasificación taxonómica

En México las referencias bibliográficas acerca de las especies del género *Lygus*, no son muy precisas, debido en parte a que las especies de la familia Miridae, a la que pertenece este género, son difíciles de identificar, y no hay taxónomos especializados en este grupo. Esta situación ha originado que haya pocos estudios sobre este grupo de insectos (Hernández, 1993).

La clasificación taxonómica a la que pertenece *Lygus* spp. según Kelton (1975) es la siguiente

Reino: Animalia
Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Subclase: Pterygota
Orden: Hemiptera
Familia: Miridae
Género: *Lygus*
Especies: *lineolaris, hesperus, elisus, mexicanus.*

2.2.4. Descripción morfológica

A continuación se describen los estados biológicos del género *Lygus*: huevo, ninfa y adulto.

Los huevecillos tienen forma alargada y miden 0.75 mm de largo por 0.25 mm en su parte más ancha; la hembra los inserta individualmente en los tejidos más blandos de la planta huésped, de manera que el opérculo es la única parte visible del huevo, éstos eclosionan en cuatro ó cinco semanas (Kelton, 1975; Strand, 1994).

Las ninfas son de contorno ovalado, levemente pubescentes, con coloración verde a castaño brillante; presentan primordios alares, un patrón variado de manchas en el abdomen y una longitud variable de acuerdo con cada ínstar (Kelton, 1975). Las ninfas de primero y segundo instares son muy pequeñas, de color ligeramente verde y se pueden confundir con pulgones, de los cuales se pueden diferenciar por que las chinches jóvenes se mueven mucho más rápido que los pulgones y los extremos de sus antenas son de color rojizo. Las ninfas del tercer ínstar en adelante son de color verde y se caracterizan por tener cinco puntos oscuros en el dorso del cuerpo, dos en el protórax, dos en el mesotórax y uno en el segundo segmento abdominal (Strand, 1994).

Los adultos son de forma alargada, delicada, de textura cuticular fina, con puncturas en el pronoto y hemiélitros y pubescencia densa (Kelton, 1975); miden alrededor de 6 mm, son de color variable y se caracterizan por que su escutelo es de color amarillo o verde pálido. Este estado biológico es más difícil de observar ya que vuelan o se esconden cuando son molestados (Strand, 1994).

2.2.5. Biología

Las chinches del género *Lygus* spp. presentan diferentes estados biológicos en su ciclo de vida que son: huevo, cinco instares ninfales y adulto (Handley, 1991a).

El tiempo que transcurre del estado de huevo al de adulto varía de acuerdo con la especie, temperatura, humedad, alimento y otros factores; por ejemplo, en *Lygus hesperus* el período de huevo a adulto es de 55 días en promedio, con un máximo de 105.3 y un mínimo de 25.8 días a una temperatura de $22.6^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. El número promedio de días que requiere para el desarrollo de cada uno de sus estados es de 7.1 días para los huevecillos, para las ninfas machos de 13.2 días y de 13.8 días para las ninfas hembras (Leigh, 1963). La misma especie presenta variaciones en la duración del ciclo al someterla a diferentes temperaturas; a 15°C el huevecillo dura 20 días, mientras que a 35°C solamente seis días; los instares ninfales del primero al cuarto requieren de seis a siete días a 15°C , y de dos a tres a 30°C , el quinto instar se prolonga entre 10 y 14 días a temperaturas de 15°C y 30°C , respectivamente (Butler y Wardecker, 1971).

Champlain y Butler (1967) señalan que a 10°C se está por debajo del umbral de desarrollo, por lo que la eclosión fue nula, y a 40°C se encuentra por encima del límite de desarrollo, y tampoco se presentó eclosión.

Para *Lygus lineolaris*, los periodos de incubación de los huevecillos variaron de 6.04 a 42.08 días a temperaturas constantes de 35 a 15 °C, respectivamente, y una humedad relativa (HR) del 90 %; el desarrollo ninfal fue de 31.47, 19.68 y 14.91 días a temperaturas de 20, 25, y 30 °C, respectivamente (Ridgeway y Gyrisco, 1960).

Hernández (1993) menciona que en *Lygus mexicanus*, bajo condiciones de laboratorio a temperaturas de 25°C $\pm$ 2°C, y 40 $\pm$ 5% de HR y 12 horas de luz, requirió un período promedio de incubación para el huevecillo de 9.5 días, de 3.5 días para las ninfas del primer ínstar, las del segundo 2.5 días, ninfas del tercer ínstar 3.0 días, las del cuarto requirieron de 4.0 días, y las del quinto ínstar de 5.0 días y la longevidad de los adultos fue de 59.6 días.

2.2.6. Daños causados por *Lygus* spp.

Al alimentarse de los achenios y del receptáculo del fruto, las ninfas y los adultos de *L. lineolaris* interrumpen el desarrollo del receptáculo provocando una concentración característica de achenios en el ápice y deformación en el receptáculo del fruto a lo que comúnmente se le llama "cara de gato" o "acotramiento" del fruto, pudiendo alcanzar un alto porcentaje de daño cuando las poblaciones de ligus son elevadas (Schaefers, 1980; Handley y Pollard, 1993a).

El daño ocasionado por la lesión mecánica durante la alimentación es limitado, y se debe principalmente a la digestión del tejido vegetal por la enzima poligalacturonasa, secretada durante la alimentación de estas chinches (Strong, 1970). Por otro lado, Hori (1975) menciona que la enzima pectinasa, localizada en las glándulas salivales de los míridos, contribuye a las malformaciones en plantas; también comenta que la actividad de la enzima se incrementa gradualmente desde las ninfas de primer ínstar a los adultos. La alimentación de ninfas y adultos de *Lygus* en los achenios interfiere en la traslocación de

auxinas e interrumpe el desarrollo normal del receptáculo (Handley y Pollar, 1993a).

Schaefers (1980) menciona que los aquenios son los sitios de alimentación de *Lygus* spp. y esto ocurre después de la polinización. También, un alto porcentaje de daño se observa cuando existen altas temperaturas a inicios de la época de floración, las cuales traen como consecuencia una alta población de ninfas y por consiguiente daño en los frutos. Riggs (1990) menciona que el daño ocurre después de que el insecto perfora los aquenios en el receptáculo del fruto y esto afecta su crecimiento y causa pérdidas en cantidad y calidad de las cosechas (Bostanian y Mailloux, 1990).

Allen y Gaede (1963) realizaron experimentos bajo condiciones controladas en laboratorio, encontrando que cuando *Lygus hesperus* Kningh, se alimenta de los frutos de fresa les causaba deformaciones; también encontraron que el periodo más susceptible a los daños por alimentación es en la floración, cuando los aquenios empiezan a separarse, después de la caída de los pétalos.

Wold y Hutchison (2003) midieron el nivel de daño por la alimentación de *Lygus lineolaris* en fresa usando la siguiente escala; 1= fruto grande (>2.5 cm), sin malformación; 2= fruto pequeño (<2.5 cm), sin malformación; 3= fruto grande con <10 % de daño; 4= fruto pequeño con <10 % de daño; 5= fruto muy dañado, conocidos comúnmente como "cara de gato" y "acotorrados"; las categorías del 1 al 4 son consideradas como frutos comercializables.

2.2.7. Monitoreo y umbral de acción

La decisión de recomendar una medida de control de la chinche ligus estará en función de la presencia de adultos y/o ninfas y del daño que causen al cultivo en una región en particular (Funt *et al.*, 1997). Este mismo autor, indica que existen varios métodos para monitorear la presencia de chinche ligus en el cultivo de fresa. Uno de ellos es el empleo de la red entomológica de golpeo y

si en diez redazos se encuentran dos chinches adultas (población superior al umbral de acción), se debe de implementar una medida de control.

Para monitorear las ninfas se emplea un plato blanco o un bastidor con manta blanca el cual se coloca debajo de las plantas de fresa, se sacuden tres veces con la mano y se cuentan las ninfas; cuando se encuentre una ninfa por cada 20 plantas se recomienda realizar una medida de control (Strand, 1994). Con este mismo método, al encontrar más de 0.25 ninfas por racimo floral se recomienda efectuar el control (Mailloux y Bostanian, 1988; Kovach *et al.* 1993) o bien si más del 10 % de los racimos florales están infestados de acuerdo con Funt *et al.*, (1997). Schaefers (1980) usando el método del plato o del bastidor, encontró que si en promedio se encuentra de una a tres ninfas por racimo floral, éstas causan del 30 a 51 % de daño en los frutos, respectivamente.

La chinche ligus también se puede muestrear con dispositivos de vacío (aspiradoras), éstos son más efectivos para detectarlas que el método del bastidor, con este sistema de muestreo si en 10 plantas de fresa se encuentra una chinche se recomienda aplicar alguna medida de control (Strand, 1994).

2.2.8. Estrategias de control

2.2.8.1. Control cultural

El uso de cultivos trampa es una estrategia efectiva para reducir las poblaciones de chinche ligus, ya que sus adultos muestran mayor preferencia por éstos que por las fresas, los cuales se deben sembrar al lado de las huertas de fresa y concentrar en ellos las medidas de control (Rao y Welter, 1997). Otra medida cultural importante es el manejo de las malezas que sirven como hospederas de ligus (Mailloux y Bostanian, 1988); otras medidas culturales son el uso de cultivares resistentes a la chinche ligus (Handley *et al.* 1991b, 1993b) y el empleo de acolchados reflectantes entre las hileras de fresa, que también puede ser una estrategia efectiva para su manejo (Rhainds *et al.*, 2001).

Otro método de control para disminuir la población de chinche es el uso de aspiradoras montadas al tracto, como el Bug Vac (Pickel *et al.*, 1994). Estos aparatos remueven los adultos pero tienen un impacto limitado sobre las ninfas. Además, el uso frecuente de la Bug Vac, necesario para un control efectivo, lo convierte en una estrategia costosa, que tiene la desventaja de que reduce sustancialmente las poblaciones de algunos enemigos naturales importantes, con lo que se favorecen brotes secundarios de mosquitas blancas, gusanos cortadores y falsos medidores (Vicent y Lachance, 1993; Strand, 1994; Pickel *et al.*, 1994; Rhainds *et al.*, 2001).

2.2.8.2. Control químico

En relación al control químico de esta plaga, se sabe que los insecticidas cuyo uso está autorizado en fresa son más efectivos contra los primeros ínstares y por tanto las aplicaciones deben programarse inmediatamente después de la eclosión de los huevecillos, por lo que deben hacerse monitoreos frecuentes. De la gama de insecticidas disponibles para su uso en fresa se incluyen a los organofosforados como el Malation y Oxidemeton metil; dentro de los carbamatos el Metomilo y en los organoclorados está el Endosulfán (Strands, 1994; Rao y Welter, 1997; CESAVEG, 2002). Los insecticidas químicos son hasta el momento los productos más utilizados para el control de la chinche ligus en fresa (Reed *et al.*, 1999), por tal razón se ha detectado resistencia a algunos compuestos en poblaciones de chinches en campo (Cleveland, 1985; Snodgrass, 1996 a, 1996 b).

2.2.8.3. Control biológico

El género *Lygus* tiene varios enemigos naturales tales como *Geocoris* spp., *Orius* spp., *Nabis* spp., *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, *Chrysoperla* spp., *Hemerobius* spp. y varias especies de arañas; estos predadores se alimentan de sus huevecillos y ninfas. Sin embargo, ninguno de estos predadores en particular o en conjunto pueden mantener a la chinche ligus bajo

control, sobre todo cuando hay una fuerte migración de adultos a los campos de fresa (Strands, 1994; Rao y Welter, 1997).

El parásito de huevecillos *Anaphes iole* está siendo estudiado por su potencial para controlar a las chinches ligus en fresa a través de las liberaciones progresivas de éste. Los resultados preliminares indican que tales liberaciones reducen las poblaciones de chinches pero no evitan los daños económicos cuando su número está por encima del umbral de acción; las ninfas también son atacadas por parasitoides braconídeos como: *Peristenus digoneutis*, *Peristenus pallipes* (Curtis) y *Leiophron uniformis* (Gahan) (Clancy y Pierce 1966; Gordon et al., 1987; Strand, 1994; Day 1996).

Otra estrategia que es importante considerar en el control de *Lygus* en fresas es el empleo del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin el cual tiene potencial en áreas con alta humedad relativa (Rao y Welter, 1997).

2.2.8.4. Manejo integrado de plagas

En un programa de manejo integrado de plagas (MIP) se combinan todos los métodos viables de control. Por ejemplo en California, EUA, un programa de este tipo en fresa para el control de *Lygus lineolaris* se basó en: (a) el monitoreo de las poblaciones y/o daño en campo, (b) el uso de los umbrales de acción para determinar cuándo se debía realizar el control y (c) el empleo de técnicas alternativas de manejo para prevenir el daño. El monitoreo se debe realizar antes de la floración usando trampas pegajosas de color blanco en los bordes de los campos al nivel del follaje en el caso de adultos, y las ninfas se deben monitorear sacudiendo los racimos florales sobre un plato blanco. Si en los racimos florales se encuentran 0.25 ninfas se recomienda hacer una aplicación de un insecticida (Organofosforados, Carbamatos, Piretroides y Endosulfán) o bien el uso alternativo del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, muy efectivo cuando se aplica en el tiempo apropiado y con buena cobertura de

aspersión; también se han tenido avances en el control de esta plaga empleando al parasitoide de ninfas *Peristenus digoneutis*, reportando hasta el 50% de parasitismo; asimismo el parasitoide *Anaphes iole*, que ataca los huevecillos, también puede alcanzar el 50% de parasitismo; sin embargo se necesitan altos niveles de relación (110 000 avispas/ha), haciendo muy cara su implementación, además esta avispa no puede sobrevivir al invierno en regiones muy frías (Handley y Price, 2003)

2.3. El hongo entomapatógeno *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin

En 1934, Agostino Bassi, demostró por primera vez que el microorganismo que causaba la enfermedad denominada comúnmente como “muscardina blanca” en el gusano de seda (*Bombix mori* Linnaeus) era un hongo, el cual crecía en el insecto vivo y eventualmente le causaba la muerte, afirmando además que el agente infeccioso podría ser transmitido por contacto o ingestión de alimento contaminado y que las condiciones de humedad y temperatura elevadas favorecían el crecimiento y desarrollo del patógeno. En 1835 Balsamo Crivel describió y llamo al hongo *Botrytis bassiana* en honor a Bassi (Steinhaus, 1956). Posteriormente, Vuillemin en 1912 describió el género *Beauveria*, considerando la forma y tipo del conidióforo y los esporangios; la forma, prolongación y disposición de las esporas, con base en ello seleccionó a *bassiana* como la especie tipo (Tanada y Kaya, 1993).

2.3.1. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, de acuerdo con Tanada y Kaya (1993) es la siguiente :

División: Eumycotina
Subdivisión: Deuteromycotina
Clase: Hyphomycetes
Orden: Moniliales
Familia: Moniliaceae
Género: *Beauveria*
Especie: *bassiana* (Balsamo) Vuillemin.

En la actualidad se conocen más especies del género *Beauveria* (*B. alba*, *B. anamorpha*, *B. brongniartii*, *B. calendinica*, *B. rosariensis*, entre otras, producto de estudios basados principalmente en patrones enzimáticos y las secuencias de ADN, con la cual se han desarrollado árboles filogenéticos de las secuencias compiladas en los bancos de genes en el Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI) (Hernández, 2002).

Dominio: Eucariotes
Reino: Eumycota o Fungi
Phylum: Ascomycota (Anamórfico)
Clase: Hyphomycetes
Género: *Beauveria*
Especie: *bassiana*, *alba*, *anamorpha*,
brongniartii, *calendinica*, *rosariensis*.

2.3.2. Morfología del hongo

El hongo *Beauveria bassiana* presenta un micelio blanquecino con apariencia polvosa, y conforme pasa el tiempo, la colonia toma un color amarillento, cremoso a rosado. En un medio de cultivo completa su desarrollo en 21 días a 27 °C. El micelio se ramifica para formar los conidióforos que son simples con raquis alargado, denticulados, agrupados irregularmente, o en racimos verticilados que pueden ser densos. La base del verticilo generalmente está

más hinchada que la porción terminal, donde se encuentran las esporas (simpodulosporas en sucesión acropétala) en forma de zig-zag. Las esporas son globosas a subglobosas y miden de 2.0-3.5 x 2.0-2.5 μm , son hialinas y se producen sobre esterigmas (Barnett y Hunter, 1987; Samson, 1981; McCoy *et al.*, 1988; Tanada y Kaya, 1993).

2.3.3. Modo de acción

A diferencia de las bacterias y virus los hongos entomopatógenos penetran directamente a través del exoesqueleto de los insectos; sin embargo la infección puede ocurrir muy a menudo entre las partes bucales, membranas intersegmentales o a través de los espiráculos, sitios con alta humedad donde se promueve la germinación de las esporas y de fácil penetración de las hifas. Se considera que los hongos entomopatógenos actúan por contacto ya que las unidades infectivas (conidios) se adhieren a la superficie de la cutícula del insecto por las fuerzas hidrófobas (Charnley, 1997, Kershaw y Talbot, 1998; Jeffs *et al.*, 1999).

Una vez en contacto con la cutícula del insecto el hongo germina, produce un tubo que empieza a deslizarse sobre ésta buscando puntos que faciliten su penetración (Richelme *et al.*, 1998). Los apresorios ayudan a la penetración, ya que ejercen presión física sobre el exoesqueleto, además de la producción de enzimas como proteasas, quitinasas, lipasa, que degradan la cutícula del insecto (St. Leger, 1993).

El hongo atraviesa la epicutícula, forma placas que van invadiendo y destruyendo los diferentes estratos de la cutícula. Una vez dentro del hemocoele, la colonización del hospedero se realiza por medio de blastosporas (un estado de desarrollo de tipo levaduriforme) y del micelio que crece abundantemente en la hemolinfa (St. Leger *et al.*, 1991). La muerte del hospedero es el resultado de la combinación de los daños mecánicos producidos por el crecimiento del

hongo, la desnutrición (ya que durante su desarrollo el hongo utiliza los azúcares y proteínas presentes en la hemolinfa) y por la acción de metabolitos secundarios o toxinas producidas por el hongo (Gillespie y Claydon, 1989; Roberts, 1989; Kershaw *et al.*, 1999; Sun *et al.*, 1999).

Poco tiempo después de que ocurre la muerte del hospedero, las hifas del hongo atraviesan la cutícula ocurriendo la formación de conidióforos o esporóforos que dan origen a los conidios, que funcionan como unidades de dispersión e infección. Cada insecto infectado constituye un nuevo foco de infección para otros individuos de la población (Alatorre, 2002).

Muchos hongos entomopatógenos después de dominar a sus hospederos, solamente limitan su crecimiento al hemocele, por lo que las toxinas son presumiblemente la causa de la muerte del hospedero. La importancia de las toxinas en la virulencia de un hongo entomopatógeno es difícil de evaluar, por lo que la producción de toxinas en el hospedero puede originarse por diversas actividades del hongo (Roberts, 1993).

Algunas especies de hongos entomopatógenos producen toxinas dentro de los hospederos, en estos casos el hospedero muere rápidamente. En especies que no producen toxinas el hospedero tarda en morir, esto se debe a que se presenta una escasez de nutrientes y la destrucción de órganos vitales (Gillespie y Claydon, 1989; Roberts, 1989). *B. bassiana* produce una toxina llamada "beauvericina basianoide" la cual debilita el sistema inmunológico del hospedero, además secreta un pigmento con actividad antibiótica llamado "oosporeína", que le ayuda a mantener un ambiente estéril y permite que el hongo invada toda la cavidad del cuerpo (Roberts, 1981).

2.3.4. Condiciones favorables para el desarrollo del hongo

Varios estudios han demostrado que la viabilidad de los conidios, el tiempo de germinación, la infectividad y la producción de esporas responden a factores ambientales tales como: temperatura, humedad relativa y la incidencia de los rayos ultravioleta, mismos que influyen en la eficacia de las cepas del hongo como agente de control biológico (Fargues *et al.*, 1997; Inglis *et al.*, 1999; Fargues y Luz, 2000; Liu *et al.*, 2003).

2.3.4.1. Temperatura

Beauveria bassiana se desarrolla a temperaturas que oscilan entre 15 y 30 °C. Sin embargo, la temperatura óptima para su germinación está entre los 25 y 30 °C, y su crecimiento micelial se encuentra entre una temperatura mínima de 10 °C y una máxima de 30 °C (Daoust y Pereira, 1986).

Liu *et al.* (2003) reportan que la viabilidad de las esporas de los aislamientos de *B. bassiana* después de 24 horas de incubación a 20 °C varió del 91.4 al 98.6 %. No obstante, la germinación de las esporas va a depender en gran medida de las temperaturas, siendo mayor entre los 25 a los 28 °C; sin embargo algunos aislamientos mostraron germinación a los 35 °C. El tiempo de germinación está fuertemente correlacionado con las temperaturas de incubación y con los aislamientos, alcanzando la máxima germinación de 14.7 - 17.5 horas a 28 °C.

A dos temperaturas de incubación (25 y 35 °C), se produjeron diferentes niveles de mortalidad en *L. hesperus* inoculados con *B. bassiana* (Noma y Strickler, 1999). A temperaturas de 25 °C, el 86 % de las chinches ligas mostraron esporulación durante el experimento, y el 70 % de las chinches incubadas a 35 °C no presentaron esporulación (Noma y Strickler, 2000).

Varela y Morales (1996) observaron mortalidad de los conidios en todos los aislamientos de *B. bassiana* cuando la suspensión conidial se puso en baño de agua a 55 °C por 10 minutos; cuando se pusieron a 50 y 45 °C, la mortalidad de los conidios varió de 80 al 90 % y del 10 al 20 %, respectivamente. Asimismo, Liu *et al.*, (2003) al exponer el hongo a altas temperaturas (40- 50 °C) por 10 min. encontró un efecto negativo en la viabilidad de los conidios de todos los aislamientos de *B. bassiana* empleados en el estudio.

2.3.4.2. Humedad

Beauveria bassiana se desarrolla a 92.5 % de humedad relativa (HR) o más, sin embargo, las condiciones óptimas para su germinación, crecimiento y esporulación son del 100 % de HR. El desarrollo micelial sobre insectos muertos se logra a 92 %, lo cual explica el desarrollo de epizootias naturales en climas húmedos (Daoust y Pereira, 1986).

Lezama (2000) reporta que los conidios no germinan si la humedad relativa no es mayor al 92 %, aunque existen cepas que pueden germinar al 40 %, esto demuestra que los hongos se encuentran adaptados a distintas atmósferas, lo que implica que la selección de cepas es importante para aumentar el éxito en el control de un insecto en particular.

2.3.4.3. Luminosidad

El efecto de la luminosidad y la radiación ultravioleta es un factor importante en la rápida pérdida de la viabilidad conidial de *B. bassiana* en diversos sustratos (Ignoffo *et al.*, 1977; Daoust y Pereira, 1986); se señala que la vida media de las esporas se reduce a dos días e incluso a menos de 24 horas sobre el follaje, debido a la acción de estos elementos (Ignoffo *et al.*, 1977).

La luz solar es detrimental para los conidios, cualquiera que sea el tiempo de exposición. Sin embargo, los conidios protegidos dentro del cuerpo de los insectos muertos en condiciones de campo, se mantienen estables y sin

pérdida de viabilidad hasta por cuatro meses y con una leve disminución del poder germinativo después de seis meses (Daoust y Pereira, 1986).

La eficacia de *B. bassiana* para el control de insectos está influenciada por las condiciones ambientales. En un laboratorio la alta mortalidad de los insectos resulta frecuentemente exitosa, debido a que se le proporciona al hongo las condiciones favorables para su desarrollo. Sin embargo, cuando *B. bassiana* es aplicado bajo condiciones de campo, la mortalidad es frecuentemente baja y el control insatisfactorio (Inglis *et al.*, 1999; Noma y Strickler, 1999). La ineficacia en campo se atribuye a las temperaturas no óptimas (Inglis *et al.*, 1996), exposición a la luz ultravioleta (Fargues *et al.*, 1996), insuficiente liberación del patógeno (Tanada y Kaya, 1993) y la termorregulación (Inglis *et al.*, 1996).

2.3.5. Incidencia de *Beauveria bassiana* sobre hemípteros

Los hemípteros no son hospederos apropiados para aquellos patógenos, que como los virus y las bacterias, deben ser ingeridos a fin de inducir una infección o toxemia, debido en parte a la estructura de su aparato bucal picador-chupador, así como a sus hábitos alimenticios que dificultan la ingestión de los propágulos de esos patógenos. Los hongos entomopatógenos se presentan como una alternativa real para el control de este grupo de insectos, dado que su vía de infección es principalmente cuticular y no requieren ser ingeridos para actuar (Fuxa, 1987; Carruthers y Hural, 1990; Dolling, 1991).

Nezara viridula, pentatómido plaga de la soya en Brasil, mostró susceptibilidad a la dosis de 1.6×10^7 conidios/mL de *Beauveria bassiana* en los instares ninfales tercero, cuarto y quinto, así como en estado adulto. Después de siete días de la inoculación, más del 50 % de los insectos murieron e incluso presentaron esporulación 24 horas después de muertos. El quinto instar fue el más susceptible, ya que a los 10 días después de la inoculación murió el 100 % de la población (Lesche y Melo, 1979). En *Scotinophara coarctata*, la chinche negra del arroz, hubo una reducción significativa de ninfas y adultos al ser

tratadas con una suspensión de 2.5×10^{12} conidios/mL de *B. bassiana* en experimentos realizados con plantas de arroz en condiciones de campo (Rombach *et al.*, 1986).

De la familia Lygaeidae, la especie *Blissus leucopterus leucopterus* (Say) tiene un significado histórico considerable, ya que el primer programa de control microbiano aplicado en los Estados Unidos de Norteamérica involucró la aplicación extensiva de *B. bassiana* contra esta plaga de los cereales a finales del siglo XIX. En un principio se consideró benéfica la aplicación masiva del hongo, pero al efectuar más tarde su evaluación se determinó el uso impráctico, debido a que no se encontró un incremento apreciable en la infección de la población de chinches, después de la distribución artificial de las esporas (McCoy *et al.*, 1988). Reinert (1978) menciona que *Blissus leucopterus leucopterus* es también una plaga de pastos forrajeros que presentó ataques del hongo *B. bassiana* en todos sus instares; sin embargo, la enfermedad pareció limitarse a zonas con alta humedad y los brotes epizooticos únicamente ocurrieron en lugares con altos niveles de población de este insecto y de humedad.

Ramoska (1984) señala que *B. bassiana* redujo drásticamente las poblaciones de *Blissus leucopterus leucopterus*, en bioensayos donde se emplearon individuos adultos a diferentes humedades relativas (0, 30, 50, 75 y 100 %) y a una misma dosis (4.4×10^6 conidios/insecto) causando mortalidades del 30 al 100 % en los diferentes tratamientos. El crecimiento micelial blanquesino sólo ocurrió a 75 y 100 % de humedad relativa.

Dentro de la familia Miridae, adultos de *Lygus hesperus* Knight son susceptibles a *Beauveria bassiana* a una dosis de 0.5 g de preparado en polvo al 5 % de este hongo; estos insectos presentaron 100% de mortalidad cuando estuvieron sujetos a tres variantes de humedad relativa 40, 50 y 70 % en un periodo de 140 horas (Dunn y Mechalas, 1963).

Snodgrass y Elzen (1994) encontraron que las aplicaciones de un producto llamado Naturalis-L a base de *B. bassiana*, fue moderadamente efectivo para reducir las poblaciones de ninfas y adultos de *Lygus lineolaris* donde la población se redujo 53.8 y 20.2 %, respectivamente, tres semanas después de la aplicación al emplear la dosis de 1.1 L/ha, en las primeras etapas de desarrollo del algodón.

Kovach (1996) no encontró disminución significativa en la población de *L. lineolaris* cuando se aplicó *B. bassiana* (Mycotrol WP) a una dosis de 1.1 kg/ha en campo de fresa a mitad y finales de la floración, pero sí encontró una disminución en el daño en frutos del 19 a 22%.

Steinkraus y Tugwell (1997) obtuvieron una mortalidad del 91.5 %, siete días después de la aplicación, en un experimento en campo cuando se aplicó *B. bassiana* (Mycotrol WP) a adultos de *Lygus lineolaris* en plantas de canola al aplicar la dosis de 1.1 kg/ha. Resultados de ensayos en laboratorio de un aislamiento de *B. bassiana* de *L. lineolaris*, demostraron que esta plaga es muy susceptible al hongo a 9×10^4 y 8.4×10^4 conidios/mL en ninfas y adultos, respectivamente.

Noma y Strincker (1999) encontraron chinche lygus infectadas con *B. bassiana* en lotes de alfalfa tratados previamente con el hongo bajo condiciones de campo. Sin embargo, las poblaciones de chinche no se redujeron lo suficiente para proteger el cultivo del daño. Los efectos indirectos de la infección por *B. bassiana* en condiciones de laboratorio redujo los niveles de oviposición pero los daños por alimentación se incrementaron (Noma y Strincker, 2000).

Liu *et al.*, (2002) al realizar ensayos en laboratorio y aplicar una dosis de 1×10^7 conidios/mL sobre *L. lineolaris* del segundo instar al sumergirlas en 10 mL de la suspensión del hongo por cinco segundos y mantenerlas a 25 °C, de 50 al 60 % de humedad relativa con un fotoperiodo de 15:9 (L/O), el porcentaje de

mortalidad encontrado fue de 86.7 ± 2.0 % comparado con la mortalidad del testigo que fue del 20.7 ± 2.2 %.

2.3.6. Efectividad biológica de los hongos entomopatógenos

Para que la enfermedad se propague de un individuo a otro en el seno de una población, es necesario que el aislamiento o patotipo tenga alta capacidad de transmisión, además de que éste sea "virulento", capacidad que se mide mediante una técnica muy sensible, el bioensayo. En el caso de los microorganismos entomopatógenos se emplean tres tipos de bioensayos: a) prueba de patogenicidad, en la cual se determina si un agente biológico causa enfermedad o no en el insecto a una dosis establecida; b) intervalo de respuesta biológica, en la cual por lo general recomiendan cuatro concentraciones que permiten establecer o determinar la concentración mínima capaz de matar al 100 % de la población y la máxima que ocasione el 0 % de mortalidad; por último, c) los bioensayos, que permiten determinar la CL_{50} (concentración en que se presenta el 50 % de mortalidad de los insectos tratados), la TL_{50} (tiempo en que alcanza el 50 % de mortalidad de los insectos tratados con el hongo a una dosis determinada), y además permiten definir la concentración o dosis a aplicar en campo. En general se espera que los bioinsecticidas tengan la misma eficacia y comportamiento que un insecticida convencional, sin embargo se debe enfatizar que en este caso se está manejando un organismo vivo, por lo que requiere de un manejo más adecuado (Alatorre, 2002).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del área de estudio

La fase de campo de la investigación y la colecta de los especímenes que se utilizaron para la identificación se llevó a cabo en la comunidad de San José de la Laguna, municipio de Irapuato, Guanajuato (Figura 1). Este municipio se localiza a $20^{\circ} 41'$ de latitud norte y $101^{\circ} 21'$ de longitud oeste, a una altitud de 1 725 m. Presenta un clima (A)Ca(w_o)(w)(e)g, es decir, es un clima semicálido con lluvias en verano, extremoso, con precipitación menor del 3.1 % en la época invernal y con marcha de la temperatura tipo Ganges; la temperatura media anual es de 20.4°C y la precipitación media anual de 712.2 mm; el mes más lluvioso es junio con 171.7 mm, mayo el mes más caliente con 23.9°C y el más frío es enero con 16.4°C (García, 1988).

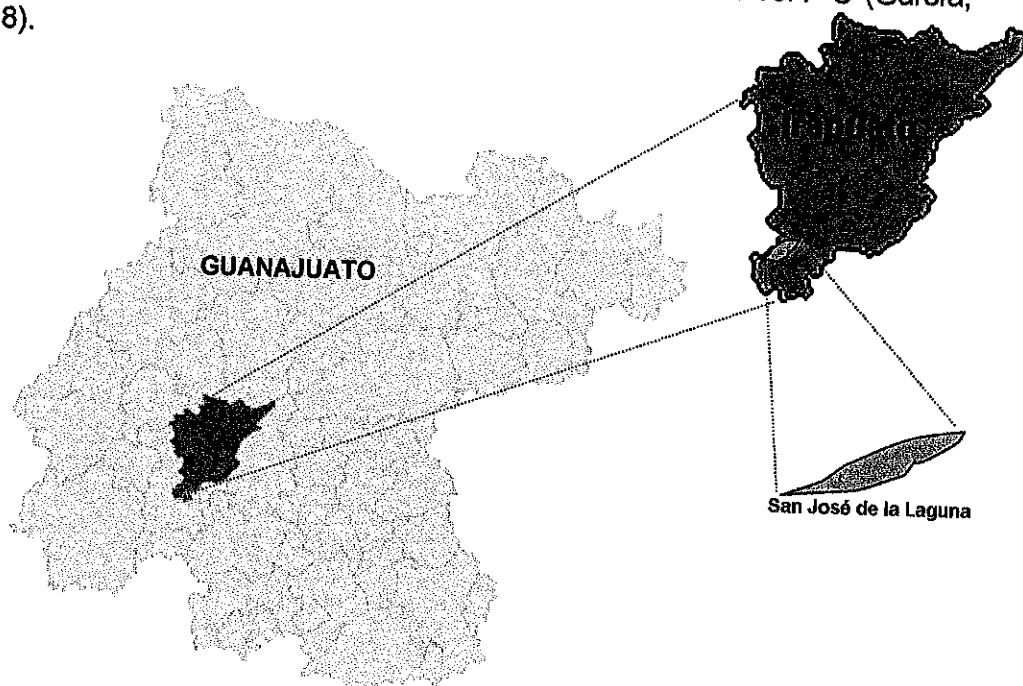


Figura 1. Ubicación geográfica del lugar donde se llevó a cabo la colecta y la fase de campo de esta investigación en el municipio de Irapuato, Gto.

3.2. Identificación taxonómica de la especie de chinche ligus de la fresa

Los especímenes utilizados para la identificación se colectaron haciendo uso de una red entomológica de golpeo en plantaciones comerciales de fresa en San José de la Laguna, municipio de Irapuato, Gto. en los meses de marzo y abril de 2004. Los ejemplares se sacrificaron con vapores de acetato de etilo y se pusieron en alcohol etílico al 70 % por no más de cinco días.

Ya en el laboratorio se procedió a la identificación al nivel de especie, para lo cual se recomienda usar los machos adultos, ya que las hembras exhiben una gran variabilidad en coloración, marcas y tamaño, lo que dificulta su identificación. Para dicho trabajo se emplearon las claves de Kelton (1975, 1983) y Mueller *et al.*, (2003), las cuales se basan en las siguientes características: estriado o no de la frente; pubescencia del cuerpo; forma del escutelo, patrón de manchado del pronoto y marcas en la propleura; color de las alas membranosas (posteriores); longitud del rostro y color del cuerpo. Asimismo se tomaron las dimensiones siguientes tanto en machos como en hembras; longitud y ancho del cuerpo del insecto, largo y ancho de la cabeza, longitud de los artejos antenales y tamaño del rostro, haciendo uso de un ocular micrométrico.

3.3. Descripción de los tratamientos empleados

Con el propósito de medir el efecto de *B. bassiana* sobre *Lygus* spp., la investigación se realizó en dos fases, una de laboratorio, en la cual se emplearon ninfas y adultos de la chinche, y otra de campo sólo con ninfas.

En ambas condiciones se evaluaron seis tratamientos: dos cepas comerciales de *Beauveria bassiana* con dos dosis cada una, un tratamiento regional (Endosulfán) y un testigo absoluto (Cuadro1).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos que se evaluaron para el control de ninfas y adultos de chinche ligus (*Lygus* spp.) en la fase de laboratorio y campo. Febrero-marzo del 2004.

Tratamiento	Descripción
1	Testigo (Agua + adherente)
2	Cepa Bblygus04 de <i>B. bassiana</i> 100 g ha ⁻¹ + adherente
3	Cepa Bblygus04 de <i>B. bassiana</i> 200 g ha ⁻¹ + adherente
4	Cepa L-BB de <i>B. bassiana</i> 50 g ha ⁻¹ + adherente
5	Cepa L-BB de <i>B. bassiana</i> 100 g ha ⁻¹ + adherente
6	Endosulfán (Thiodan® 35 CE) 1.5 L ha ⁻¹ + adherente

El agua utilizada para preparar las soluciones fue estandarizada a un pH de 6, utilizando para ello un regulador de pH (Dap-plus); posteriormente se le agregó 1 mL de adherente de aplicación foliar (Carrier) por litro de agua con la finalidad de lograr mayor adherencia de los productos.

La cepa L-BB de *B. bassiana* (Bassianil wp) con un contenido de 2×10^9 esporas/g, fue proporcionada por la empresa BIOTROPIC, y la cepa Bblygus04 de *B. bassiana* (Biofung) con 2×10^{10} esporas/g, fue proporcionada por el Laboratorio de Organismos Benéficos del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (CESAVEG).

Antes de establecer los experimentos, tanto en campo como en laboratorio, se hicieron pruebas de germinación a cada uno de los productos, encontrando que Bblygus04 (Biofung) tuvo 95 % de esporas germinadas a las 25 horas, mientras que la cepa L-BB (Bassianil wp) sólo presentó 85%.

3.4. Efectividad biológica de *B. bassiana* sobre ninfas de *Lygus* spp. en laboratorio

Para la realización de este experimento se colectaron las ninfas en plantaciones comerciales de fresa en San José de la Laguna, municipio de Irapuato, Gto. La

colecta se realizó el 8 de marzo del 2004 empleando el método del bastidor, usado por Schaefers, (1980), Kovach y English, (1997).

El experimento se estableció el 9 de marzo del 2004 dentro de una cámara de cría del Departamento de Parasitología Agrícola, en la cual se mantuvieron las siguientes condiciones: temperatura de 25 °C, humedad relativa de 70 a 80 %, y un fotoperiodo de 16:8 h (luz: oscuridad) que de acuerdo con Noma y Strickler, (2000), son las mejores condiciones para este tipo de trabajos.

Bajo esas condiciones, se estableció un diseño completamente al azar, con seis tratamientos (los indicados en el Cuadro 1) y cuatro repeticiones, para tener un total de 24 unidades experimentales, cada una de las cuales constó de 15 ninfas, por lo que se utilizó un total de 360 individuos.

Las ninfas se colocaron en recipientes de plástico transparente de 11 cm de diámetro por 13 cm de alto, a cuya tapadera se le hizo una abertura de 8 cm de diámetro la cual fue cubierta con tela de organza para permitir la aireación e impedir que se escaparan los ejemplares.

Para alimentar posteriormente las ninfas, en cada recipiente se colocaban diariamente dos ejotes frescos de frijol, previamente desinfectados durante cinco minutos con hipoclorito de sodio al 0.09 %, enjuagados con agua tres veces y posteriormente secados.

Los tratamientos se aplicaron una sola vez al inicio del experimento, asperjándolos directamente sobre las ninfas confinadas dentro del recipiente, utilizando un atomizador comercial de gota fina con capacidad de 300 mL.

Las observaciones se realizaron cada tercer día, a excepción de la primera que se efectuó 24 horas después de la aplicación. Para evaluar la efectividad de los tratamientos se contabilizó el número de ninfas muertas.

Las ninfas muertas con los tratamientos a base de *B. bassiana* se pusieron a esporular para corroborar la presencia del hongo y se contabilizaron los individuos esporulados, de acuerdo con cada tratamiento. Antes de poner a esporular, las ninfas se desinfectaron en hipoclorito de sodio al 1.5 % durante dos minutos, después se enjuagaron tres veces en agua destilada estéril y se pusieron a secar en toallitas absorbentes estériles; ya secas las chinches se colocaron en una cámara húmeda, la cual se elaboró con cajas petri y papel filtro del número cuatro previamente humedecido con agua destilada estéril, y selladas con parafilm. Este proceso se efectuó en la cámara de flujo laminar del Laboratorio de Micología Agrícola del Departamento de Parasitología Agrícola para evitar la contaminación con otros hongos.

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza, con un nivel de significancia del 5 % haciendo uso del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, Versión 8 TS MO, del SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 1999) para determinar si existía efecto de tratamientos, y de existir éste, se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($\alpha=0.05$).

3.5. Efectividad biológica de *B. bassiana* sobre adultos de *Lygus* spp. en laboratorio

Este experimento se condujo bajo las mismas condiciones del anterior y se utilizaron los mismos tratamientos y diseño experimental, sólo varió el estado biológico de las chinches, que en este caso fueron adultos. Debido a que éstos vuelan rápido, se confinaron previamente en los recipientes y fueron colocados en un espacio oscuro durante 15 minutos para que se tranquilizaran y se posaran sobre los ejotes, facilitando así la aspersión de los tratamientos. Se realizaron las mismas observaciones que en el experimento con ninfas.

Para obtener el porcentaje de efectividad de los tratamientos aplicados en el bioensayo tanto para ninfas como para adultos, se aplicó la fórmula de Schneides-Orelli (Peveling y Weyrich, 1992):

$$M = \frac{X}{Y} (100)$$

Donde:

M = % Mortalidad neta del testigo.

X = Número de insectos muertos del testigo.

Y = Número total de insectos del tratamiento.

$$MC = \frac{MT - M}{100 - M} (100)$$

Donde:

MC = % Mortalidad corregida (% de efectividad).

MT = Número de insectos muertos del tratamiento.

M = % de mortalidad neta del testigo.

3.6. Efectividad biológica de *B. bassiana* contra ninfas de *Lygus* spp. en condiciones de campo

El experimento se realizó en una huerta comercial de fresa de la variedad camarosa, la cual fue establecida el mes de octubre del 2003 bajo las siguientes especificaciones técnicas: distancia entre surcos de un metro, transplantada a doble hilera, distancia entre plantas 13 cm, con una densidad de población de 150,000 plantas/ha.

Para evaluar la efectividad de *B. bassiana* contra las ninfas de chinche ligus en condiciones de campo, se implementó un diseño experimental de bloques completos al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones (los mismos que

se utilizaron en la fase de laboratorio y se encuentran citados en el Cuadro 1). Cada parcela útil consistió de una superficie de 5 m² (cinco metros de largo por un metro de ancho) y como unidad experimental se consideraron ocho racimos florales, en los cuales se contabilizó el número de ninfas por racimo antes y después de las aplicaciones de los tratamientos. Durante el desarrollo del experimento se realizaron cuatro aplicaciones de los tratamientos a base de *B. bassiana* y el testigo absoluto (15, 20 y 25 de febrero y el primero de marzo del 2004). El tratamiento químico (Endosulfán) o testigo regional se aplicó por única vez el 15 de febrero. Para la aplicación de los tratamientos se utilizaron mochilas aspersoras manuales de 18 L de capacidad con boquillas Albuz tx vk6 y filtros 8090 de 50 mallas. Al momento de la aplicación, se cubrieron con plásticos los tratamientos contiguos para evitar su contaminación por deriva. Además, las aplicaciones se realizaron por la tarde e inmediatamente después se dio un riego al cultivo para aumentar la humedad relativa.

Para obtener el porcentaje de efectividad biológica de los tratamientos, a los datos de densidad población obtenidos en cada evaluación se les aplicó la fórmula de Abbott (1925) citada por Solis (2001):

$$\% \text{ de Efectividad} = \frac{X - Y}{X} \quad (100)$$

Donde:

X = Número de individuos vivos en el testigo después de la aplicación de los productos en el ensayo.

Y = Número de individuos vivos en el tratamiento de ensayo después de la aplicación de los productos en el ensayo.

3.7. Estimación del rendimiento y determinación del daño causado por *Lygus* spp. en frutos de fresa en campo

Para medir el rendimiento, se seleccionó de manera permanente un metro cuadrado de cada parcela útil durante el tiempo que duró el experimento (15 febrero al 27 de marzo del 2004); en esa superficie se realizaron tres cosechas en cada unidad experimental (16, 20 y 27 de marzo). Cada fruto se pesó en una balanza digital y se midió su diámetro con un vernier para determinar la categoría de cada fruto de acuerdo con su tamaño y el nivel de daño ocasionado por la chinche. Para estimar el nivel de daño, se utilizó la escala propuesta por Wold y Hutchison (2003), descrita en la página 14 de este trabajo. Para estimar el porcentaje de daño se contabilizaron los frutos de las categorías III, IV y V.

A los datos de rendimiento, porcentaje de daño, y densidad de población de ninfas de *Lygus*, se les aplicó el análisis de varianza ($\alpha=0.05$) y donde existió efecto de tratamientos atribuido al factor en estudio, se sometió a la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$).

Se aplicó un análisis de regresión lineal simple, para determinar la relación entre la densidad de población con el rendimiento, porcentaje de daño en la producción y el porcentaje de frutos dañados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación a nivel de especie de la chinche ligus de la fresa

Para la identificación a nivel especie, de la chinche ligus de la fresa, se utilizaron los machos adultos colectados en la comunidad de San José de la Laguna, municipio de Irapuato, Gto., con los cuales se concluyó que se trataba de *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois).

La descripción detallada de los machos y las características generales que presentan las hembras, se establecen a continuación:

Los **machos** presentan cuerpo de forma alargada y miden en promedio de 4.87 a 5.79 mm de longitud por 2.38 a 2.85 mm de ancho (Figura 2a); la superficie ventral presenta una coloración café rojizo con dos líneas laterales de color verde claro (Figura 2b).

La cabeza es de color café amarillento, mide en promedio 0.94 mm de longitud por 1.126 mm de ancho; de frente lisa (sin estrías), con las líneas media y submedia de color rojo o negro; la mitad del clípeo, lorum y jugum con manchas rojas o negras (Figura 3a). El rostro mide de 2.21 a 2.56 mm de longitud. Las antenas constan de cuatro artejos, los cuales tienen las siguientes características: I) es de color café rojizo y mide en promedio 0.565 mm de longitud; II) es de color café con la base y el ápice negro y mide 1.47 mm; III) es de color negro y mide 1.09 mm, y IV) de color negro y mide 0.74 mm (Figura 3b). El pronoto mide de 1.95 a 2.36 mm de ancho en la base, es de color café amarillento o café rojizo, presenta dos líneas claras detrás del callus y en la base (Figura 3c). Presenta dos líneas oscuras en la propleura (Figura 3d). El

mesoscuto es de color negro con los márgenes laterales amarillos o rojizos y el escutelo con dos líneas, media y lateral, negras o rojizas (Figura 3e). Los hemiélitros de color café-rojizo, el ápice del corium café oscuro, los cuneus amarillos o verde pálido, los márgenes basales e internos de color café rojizo, y el vértice negro (Figura 3f). Las alas membranosas son café oscuro y las venas color rojizo, claramente visibles, presentan pubescencia moderadamente larga, densa y amarillenta. Las patas son amarillentas con tonos rojizos, fémures con tonos café rojizo y moteados (Figura 2b); las tibias posteriores son amarillentas con tonos café rojizo en el ápice y parte distal (Figura 3g).

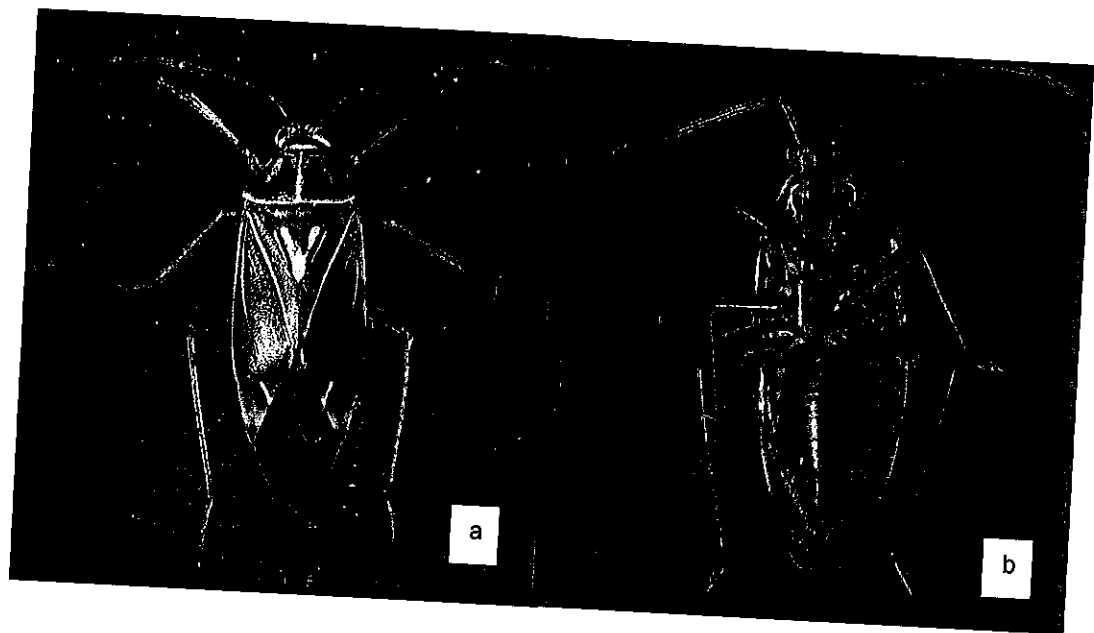


Figura 2. Vista dorsal (a), y ventral (b) de un macho de *Lygus lineolaris* colectado en fresa. San José de la Laguna, Irapuato, Guanajuato. 2004.

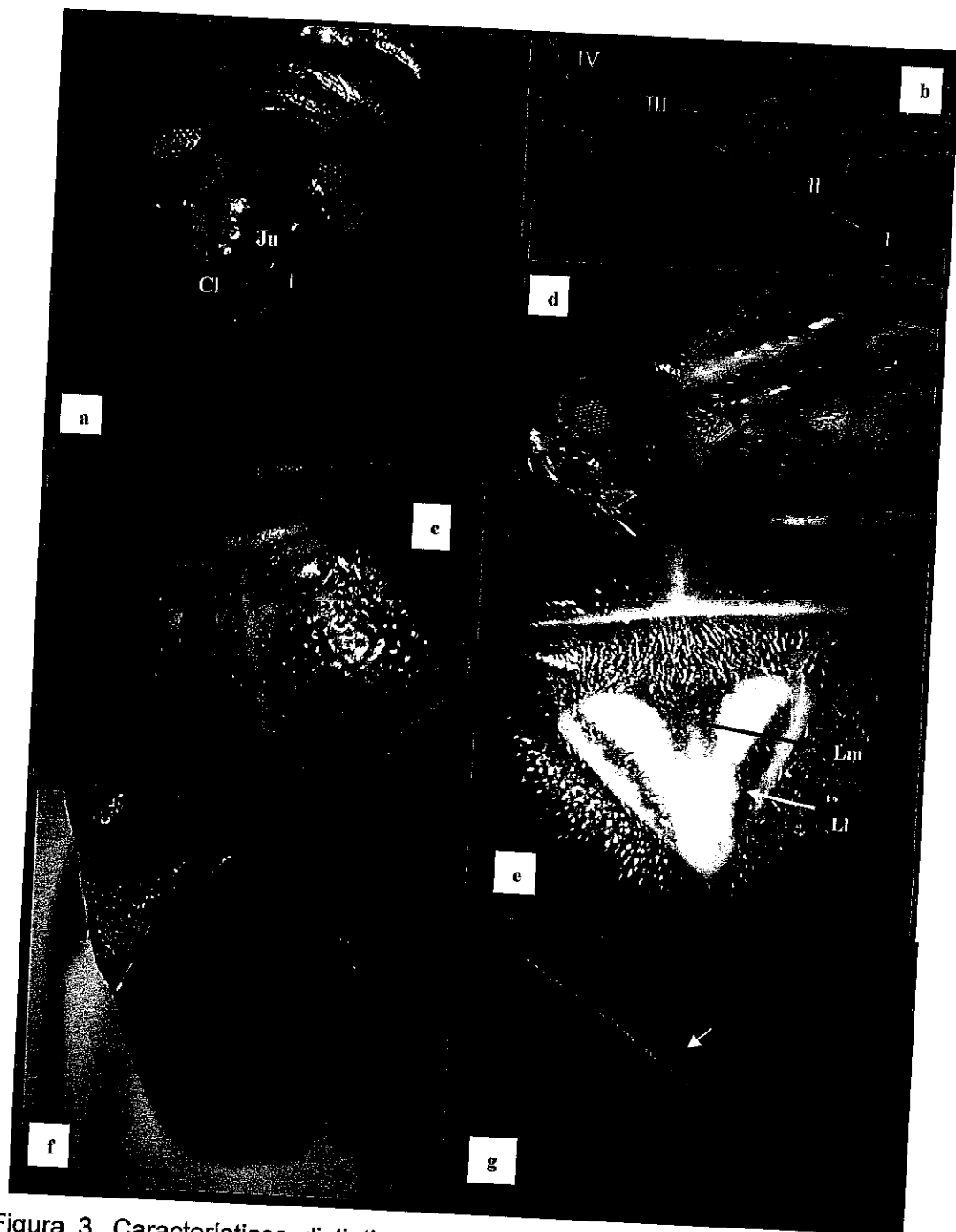


Figura 3. Características distintivas de *L. lineolaris*: a) cabeza: clípeo (Cl), lorum (l) y jugum (Ju); b) antena con cuatro artejos; c) pronoto; d) propleura con dos líneas oscuras; e) escutelo amarillento con una línea media (Lm) y una lateral (Li) y el mesoscuto (Ms); f) cuneus pálidos; y g) tibia posterior amarillenta.

La **Hembra** mide en promedio de 5.25 a 6 mm de longitud por 2.50 a 3.1 mm de ancho y su rostro varía de 2.5 a 2.6 mm de longitud. El cuerpo presenta gran variabilidad de tonalidades y diferentes patrones de moteado, y es de apariencia más robusta en comparación con el macho (Figura 4).

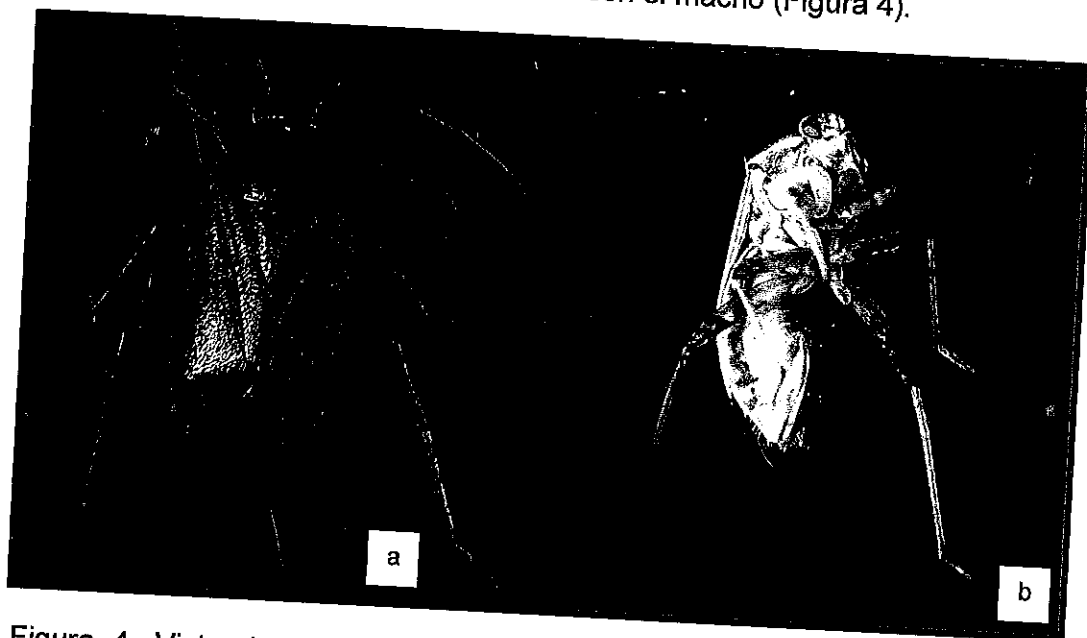


Figura 4. Vista dorsal (a) y ventral (b) de una hembra adulta de *Lygus lineolaris* colectada en fresa. San José de la Laguna, Irapuato, Guanajuato. 2004.

Las características externas de coloración, moteado y dimensiones, corresponden en su mayoría a las descritas por Kelton (1975, 1983) y Mueller *et al.*, (2003). No obstante, se encontró una ligera diferencia en la longitud del tercer artejo antenal, para el que las claves reportan una longitud de 0.88 mm, mientras que en las mediciones efectuadas, la longitud promedio fue de 1.09 mm.

4.2. Efectividad biológica de *B. bassiana* sobre ninfas de *L. lineolaris* en laboratorio

El análisis de varianza realizado a los datos del experimento, con una confiabilidad del 95 %, generó un valor $Pr > F$ inferior a 0.0001 y una R^2 de 0.88,

mostrando con ello evidencia estadística significativa de efecto entre los tratamientos aplicados, por lo que se procedió a la comparación múltiple de medias usando la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias de la mortalidad de ninfas de *L. lineolaris* y la efectividad de los tratamientos en condiciones de laboratorio (25 ± 1 °C, HR $70\pm 5\%$, 12:8 h luz: oscuridad). Chapingo, México. Marzo del 2004.

Tratamiento	Descripción	Media	Agrupamiento	% Efectividad
			Tukey*	
6	Endosulfán 1.5 L ha ⁻¹	14.50	a	96.40
4	Cepa L-BB 50 g ha ⁻¹	6.00	b	36.84
5	Cepa L-BB 100 g ha ⁻¹	5.50	b	33.26
2	Cepa Bblygus04 100 g ha ⁻¹	5.00	b	29.79
3	Cepa Bblygus04 200 g ha ⁻¹	4.75	b	28.07
1	Testigo	0.75	c	0

*Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

En el cuadro anterior se observa que existió una marcada diferencia entre el tratamiento químico (Endosulfán) y los tratamientos con *B. bassiana*, pues el primero tuvo una efectividad del 96.4 % y la de los segundos varió entre el 28.07 y 36.84 %, sin mostrar diferencia estadísticas entre dichos tratamientos. Es conveniente indicar que la mayor mortalidad de ninfas ocurrió entre el tercero y quinto día después de la aplicación; este comportamiento se muestra gráficamente en la Figura 5. Estos resultados se encuentran dentro del rango de mortalidad del 25 al 90 %, ocasionando por 32 cepas de *B. bassiana* probadas por Liu *et al.*, (2002) en ninfas de esta misma especie en condiciones de laboratorio. Lo anterior demuestra que *B. bassiana* es patogénica para *L. lineolaris*; sin embargo, su efectividad no es muy alta por lo que podría considerarse como una estrategia más del control de esta plaga dentro de un programa de manejo integrado.

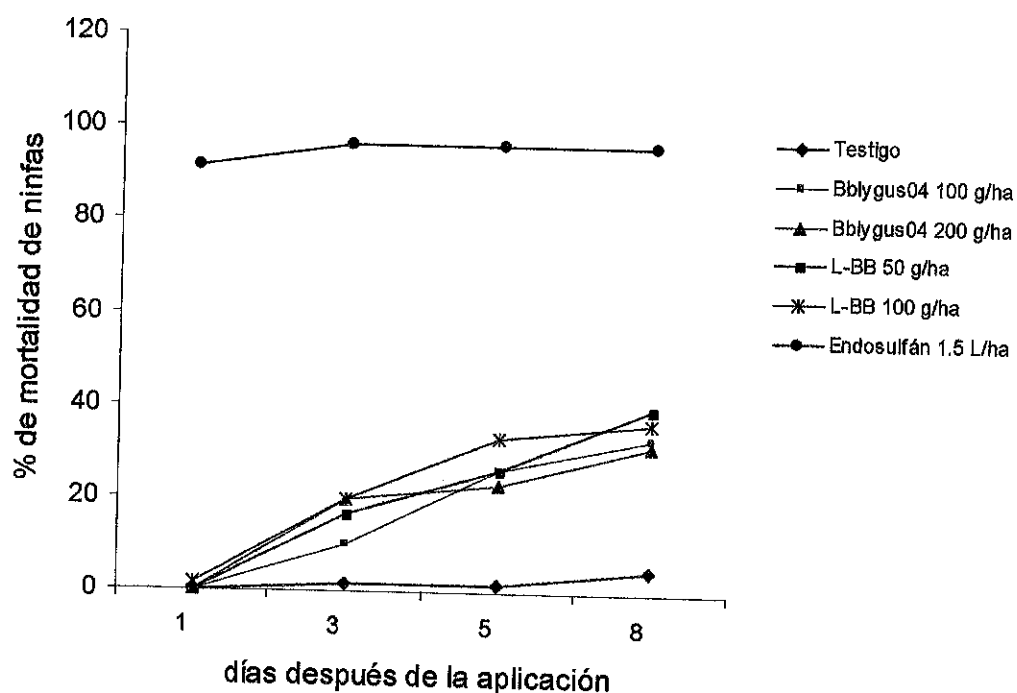


Figura 5. Porcentaje de mortalidad acumulada en ninfas de *L. lineolaris* después de la aplicación de los tratamientos en condiciones de laboratorio. Chapingo, México. Marzo del 2004.

Los conteos de ninfas muertas se suspendieron al octavo día, pues Kovach y English (1997) indican que la mayor mortalidad de *Lygus* spp. como consecuencia del daño causado por *B. bassiana*, se presenta entre tres y siete días después de la aplicación; dicha información concuerda con los resultados encontrados en esta investigación. Si bien la mortalidad acumulada ocho días después de la aplicación de los tratamientos, permitió establecer que aunque *B. bassiana* tiene un aceptable porcentaje de mortalidad de la chinche ligus, por el momento no sería prudente recomendarlo como sustituto del producto químico (Endosulfán), que regionalmente se está empleando para el control de esta plaga, hasta probar otras dosis y otros productos a base de *B. bassiana* que pueden ser tan efectivas e incluso más económicos que los insecticidas químicos utilizados hasta el momento, o bien probar combinar el uso de ambos productos con el propósito de mejorar la calidad e inocuidad de esta fruta.

En este experimento las ninfas muertas se pusieron a esporular para corroborar que su muerte se debió efectivamente a la acción del hongo, por lo que se contaron los individuos esporulados, de cada tratamiento. Se encontró que las ninfas tratadas con la cepa L-BB a dosis de 50 y 100 g ha⁻¹ presentaron el 30 y 51 % de esporulación, respectivamente; asimismo, las ninfas tratadas con la cepa Bblygus04 a dosis de 100 y 200 g ha⁻¹ presentaron el 52 y 63 % de esporulación, respectivamente. Una imagen del aspecto que adquirieron las ninfas esporuladas con las cepas de *B. bassiana*, se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Ninfas de *L. lineolaris* esporuladas con *B. bassiana*, cuatro días después de estar en la cámara húmeda. Chapingo, México. Marzo del 2004.

4.3. Efectividad biológica de *B. bassiana* sobre adultos de *L. lineolaris* en laboratorio

A los datos obtenidos en este experimento se les aplicó en análisis de varianza con una confiabilidad del 95 %, obteniéndose una R^2 de 0.93 y un valor $Pr > F$ inferior a 0.0001, lo cual indica que sí existió diferencia estadística significativa

entre los tratamientos aplicados, procediendo a efectuar la comparación múltiple de medias a través de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias de la mortalidad acumulada de adultos de *L. lineolaris* y el porcentaje de efectividad en condiciones de laboratorio (25 ± 1 °C, HR $70\pm 5\%$, 12:8 h luz: oscuridad). Chapingo, México. Marzo del 2004.

Tratamiento	Descripción	Media	Agrupamiento		%
			Tukey*	Efectividad	
6	Endosulfán 1.5 L ha ⁻¹	15.00	a	100.00	
3	Cepa Bblygus04 200 g ha ⁻¹	6.50	b	41.40	
4	Cepa L-BB 50 g ha ⁻¹	4.50	b	27.61	
5	Cepa L-BB 100 g ha ⁻¹	4.20	b	25.90	
2	Cepa Bblygus04 100 g ha ⁻¹	4.00	b	24.2	
1	Testigo	0.5	c	0	

*Medias con la misma letra no son diferentes.

*Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

Del cuadro de comparación de medias se desprende que, al igual que en el experimento anterior, la mayor mortalidad correspondió al tratamiento con Endosulfán, que al día siguiente de la aplicación alcanzó el 100 % de efectividad, a diferencia de los tratamientos a base de *B. bassiana* (2, 3, 4 y 5), que obtuvieron entre el 24.2 y 41.4 % de mortalidad; tal comportamiento se muestra gráficamente en la Figura 7. Si bien, el porcentaje de mortalidad obtenido con las dos cepas y las dos dosis de los productos a base de *B. bassiana*, no son estadísticamente diferentes, conviene resaltar que la dosis más altas de la cepa Bblygus04 fue con la que se obtuvo mayor mortalidad (41.4 %), superior al obtenido por Snodgrass y Elzen (1994) quienes con el producto Naturalis-L sólo obtuvieron el 20.2 % de mortalidad de adultos de *L. lineolaris* tres semanas después de la aplicación.

Por otra parte, si la mortalidad en los tratamientos con la cepa Bblygus04 fuera más efectiva a la dosis mayor, sería razonable explorar hasta qué dosis se sigue obteniendo esta respuesta y a la vez realizar un estudio de costo-

beneficio que pudiera servir de soporte para futuras recomendaciones de este producto.

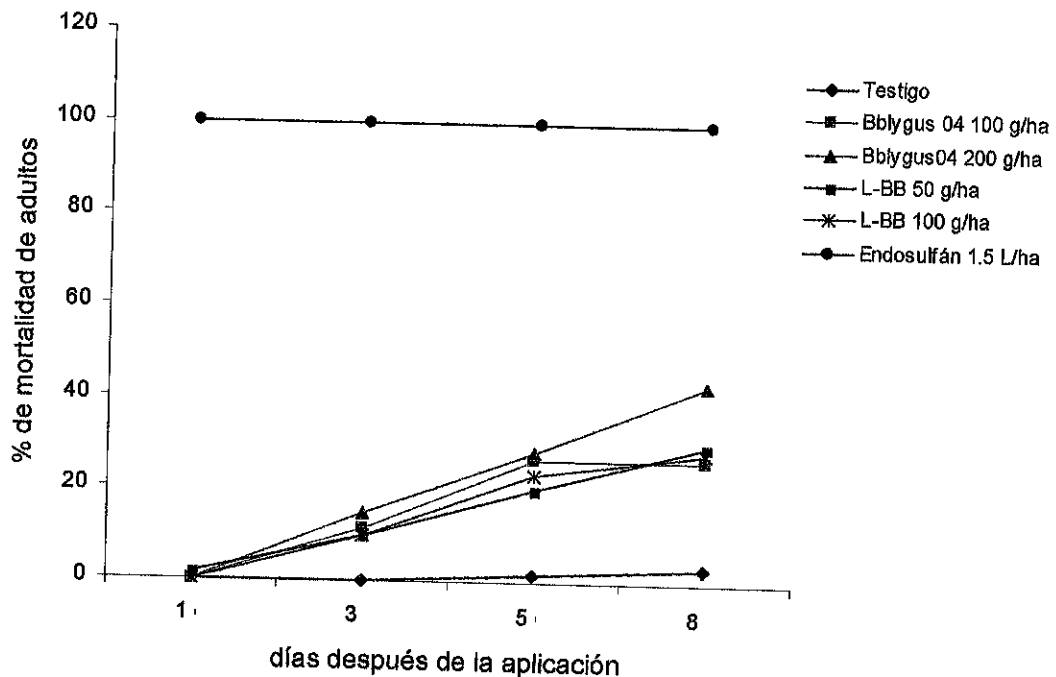


Figura 7. Comportamiento del porcentaje de mortalidad acumulado de adultos de *L. lineolaris* después de la aplicación de los tratamientos. Chapingo, México. Marzo del 2004.

Los adultos de *L. lineolaris* que murieron por la acción del entomopatógeno *B. bassiana*, se pusieron a esporular en cámaras húmedas, encontrando que los tratamientos de la cepa L-BB a las dosis de 50 y 100 g ha⁻¹ tuvieron 50 y 59 % de esporulación, respectivamente y los tratados con la cepa Bblygus04 mostraron 51 y 60 % de esporulación a las dosis de 100 y 200 gha⁻¹, respectivamente. El aspecto que tomaron los ejemplares infectados con el hongo se muestran en las Figuras 8 y 9. Los resultados anteriores concuerdan con los mencionados por Noma y Strickler (2000) quienes encontraron que con dosis bajas (CL₁₀) de *B. bassiana* pocas chinches esporularon (33 %) y las dosis altas (CL₅₀) presentaron más del 60 % de esporulación.



Figura 8. Esporulaci3n del hongo *B. bassiana* en cuerpos de chinches ligus adultas (*L. lineolaris*) con la cepa Bblygus04, cuatro d3as despu3s de estar en la c3mara h3meda. Chapingo, M3xico. Marzo del 2004.



Figura 9. Esporulaci3n de *B. bassiana* en cuerpo de chinches adultas con la cepa L-BB, cuatro d3as despu3s de estar en la c3mara h3meda. Chapingo, M3xico. Marzo del 2004.

4.4. Efectividad biológica de *B. bassiana* sobre ninfas de *Lygus lineolaris* en condiciones de campo

En el muestreo previo a la aplicación de los productos (15 de febrero), se determinó que en el lote experimental había un promedio de 1.536 ninfas por racimo floral y al someter los datos a una análisis de varianza con una confiabilidad del 95 %, se obtuvo una R^2 de 0.646 y $Pr>F$ de 0.0815, por lo que no se detectaron diferencias significativas en la densidad de población en las parcelas donde se realizó la aplicación de los tratamientos.

La evaluación de la primera fecha de aplicación de los tratamientos se realizó cinco días después (20 de febrero). Al efectuar el análisis de varianza a los datos de este muestreo con una confiabilidad del 95 %, se obtuvo una R^2 de 0.95 y un valor de $Pr>F$ de 0.0003, lo cual evidencia diferencia estadística significativa de que al menos un tratamiento tuvo efecto sobre la población de chinche ligus, por lo que se efectuó la comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

En esta evaluación, todos los tratamientos con *B. bassiana* redujeron la población de ninfas en comparación con el testigo (Cuadro 4), aunque no fueron tan efectivos como el Endosulfán. No obstante, los tratamientos 2 y 3, a base de *B. bassiana* mostraron la mejor efectividad, 54.6 y 47.4 %, respectivamente. Si bien quedaron debajo del tratamiento químico (76.3 %) no es despreciable su efectividad ya que adecuadamente manejados podrían ser elemento importante de un programa más racional de los insecticidas químicos. En todo caso lo conveniente sería probar en estas condiciones otras cepas y dosis de este entomopatógeno, hasta encontrar la máxima efectividad sin impactar negativamente la relación costo-beneficio.

Cuadro 4. Comparación de medias del número de ninfas de *L. lineolaris* por racimo floral, cinco días después de la primera aplicación de los tratamientos. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. 20 de febrero del 2004.

Tratamiento	Descripción	Media	Agrupamiento	%
			Tukey*	Efectividad
1	Testigo	1.5833	a	0
4	Cepa L-BB 50 g ha ⁻¹	1.1563	ab	26.9
5	Cepa L-BB 100 g ha ⁻¹	1.0000	ab	36.8
3	Cepa Bblygus04 200 g ha ⁻¹	0.8333	bc	47.4
2	Cepa Bblygus04 100 g ha ⁻¹	0.7188	bc	54.6
6	Endosulfán 1.5 L ha ⁻¹	0.3750	c	76.3

*Medias con la misma letra, no son estadísticamente diferentes, según Tukey ($\alpha=0.05$)

Cinco días después de la primera aplicación de los tratamientos se realizó una segunda (20 de febrero), efectuando el muestreo de la densidad de población de ninfas cinco días después (25 de febrero). Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza con confiabilidad de 95 %, obteniendo una R^2 de 0.77 y una $Pr>F$ de 0.0003, lo que indica que al menos en uno de los tratamientos hubo diferencia estadística significativa. La comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) ordena los resultados en cuatro grupos (Cuadro 5).

En esta evaluación todos los tratamientos a base de *B. bassiana* redujeron la población de ninfas en comparación con el testigo, siendo más efectivos los tratamientos 3, 4 y 5, con 50 %, 59.5 % y 50 %, respectivamente (Cuadro 5), y aunque no alcanzó el porcentaje de efectividad del Endosulfán (85 %), no es despreciable su acción controladora de la plaga. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Kovach y English (1997), quienes al aplicar *B. bassiana* (Mycotrol) sobre ninfas de *L. lineolaris* en el cultivo de fresa en Nueva York, EUA., no logró reducir la población de chinches a cifras menores de 0.25 ninfas por racimo floral, umbral de acción considerado para ese y el actual

experimento, resultados que comparó con una sola aplicación de Malation, el cual redujo a 0.22 la densidad de ninfas por racimo floral.

Cuadro 5. Comparación de medias del número de ninfas de *L. lineolaris* por racimo floral cinco días después de la segunda aplicación de *B. bassiana*. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. 25 de febrero del 2004.

Tratamiento	Descripción	Media	Agrupamiento	% Efectividad
			Tukey*	
1	Testigo	1.3125	a	0
2	Cepa Bblygus04 100 g ha ⁻¹	0.8438	ab	35.7
5	Cepa L-BB 100 g ha ⁻¹	0.6563	bc	50.0
3	Cepa Bblygus04 200 g ha ⁻¹	0.6563	bc	50.0
4	Cepa L-BB 50 g ha ⁻¹	0.5313	bc	59.5
6	Endosulfán 1.5 L ha ⁻¹	0.1978	c	85.0

*Medias con la misma letra, no son estadísticamente diferentes, según Tukey ($\alpha=0.05$)

Diez días después de la primera aplicación se efectuó una tercera aplicación (25 de febrero) y transcurridos cinco días se realizó un nuevo muestreo de la densidad poblacional de ninfas. Al someter al análisis de varianza ($\alpha=0.05$) los datos de este muestreo se obtuvo una R^2 de 0.80 y $Pr>F$ 0.0003, indicando que al menos uno de los tratamientos tuvo efecto diferente, lo cual se demostró al realizar la comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), en la cual se formaron cinco grupos estadísticos (Cuadro 6).

Como se puede observar en el Cuadro 6, todos los tratamientos disminuyeron la población de ninfas de la chinche ligus; sin embargo, el tratamiento 5 (Cepa L-BB 100 g ha⁻¹) fue el menos efectivo (21.6 %) comportándose de manera similar al testigo; en cambio, el tratamiento 4 (Cepa L-BB 50 g ha⁻¹) alcanzó el 64.9 % de efectividad, aún así, no logró bajar la densidad a menos de 0.25 ninfas, a diferencia del Endosulfán que la redujo hasta 0.21 ninfas por racimo floral.

Cuadro 6. Comparación de medias del número de ninfas de *L. lineolaris* por racimo floral, cinco días después de la tercera aplicación de *B. bassiana* en fresa. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. 1 de marzo del 2004.

Tratamiento	Descripción	Agrupamiento		% Efectividad
		Media	Tukey*	
1	Testigo	0.9563	a	0
5	Cepa L-BB 100 g ha ⁻¹	0.7500	a	21.6
3	Cepa Bblygus04 200 g ha ⁻¹	0.6250	ab	34.6
2	Cepa Bblygus04 100 g ha ⁻¹	0.5938	abc	37.9
4	Cepa L-BB 50 g ha ⁻¹	0.3358	bc	64.9
6	Endosulfán 1.5 L ha ⁻¹	0.2188	c	77.1

*Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

La cuarta y última aplicación se realizó 15 días después de la primera (1 de marzo), asperjando solamente los tratamientos con el hongo entomopatógeno y, cinco días después, se efectuó el muestreo de ninfas.

El análisis de varianza ($\alpha=0.05$) aplicado a este conjunto de datos arrojó una R^2 de 0.89 y $Pr>F$ 0.0001, indicando evidencia estadística significativa de diferencias entre tratamientos. En la comparación de medias con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), se formaron tres grupos estadísticos (Cuadro 7).

En este muestreo, la mayoría de los tratamientos a base de *B. bassiana* presentaron mayor efectividad reduciendo la población de ninfas por racimo floral en relación al testigo, excepto el tratamiento 2 que resultó estadísticamente igual al testigo, con una efectividad de apenas el 11.1 % (Cuadro 7), siendo las parcelas tratadas con el tratamiento químico (Endosulfán), donde se mantuvo el mejor control de la plaga.

Cuadro 7. Comparación de medias del número de ninfas de *L. lineolaris* por racimo floral cinco días después de la cuarta aplicación de *B. bassiana* en fresa. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. 5 de marzo del 2004.

Tratamiento	Descripción	Media	Agrupamiento	% Efectividad
			Tukey*	
1	Testigo	1.12500	a	0
2	Cepa Bblygus04 100 g ha ⁻¹	1.00000	a	11.1
4	Cepa L-BB 50 g ha ⁻¹	0.68750	b	38.8
5	Cepa L-BB 100 g ha ⁻¹	0.65625	b	41.6
3	Cepa Bblygus04 200 g ha ⁻¹	0.59375	b	47.2
6	Endosulfán 1.5 L ha ⁻¹	0.17700	c	84.3

*Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

A pesar de haberse efectuado cuatro aplicaciones de los tratamientos a base de *B. bassiana*, ninguno de ellos redujo la población de ninfas por abajo del umbral de acción de 0.25 ninfas por racimo floral (Mailloux y Bostanian, 1988; Rose, 1996; Kovach y English, 1997) y considerado en este experimento; sólo con el Endosulfán se logró ese umbral a pesar de haberse aplicado en una sola ocasión. Los resultados anteriores concuerdan con los reportados por Kovach y English (1997), quienes mencionan que al aplicar *B. bassiana* sobre ninfas de *Lygus* en campos de fresa encontraron 0.75 ninfas por racimo floral, dato que está muy por encima del umbral de acción, en tanto que una sola aplicación de Malation, redujo la población de ninfas por abajo del umbral.

La utilización de *B. bassiana* contribuyó a disminuir la densidad de población de ninfas de *L. lineolaris* por racimo floral, similar a lo encontrado por Kovach y English (1997) en el cultivo de fresa y a lo reportado por Snodgrass y Elzen (1994), quienes al aplicar *B. bassiana* a ninfas y adultos de *L. lineolaris*, redujeron moderadamente la población (53.8 y 20.2 %, respectivamente) tres semanas después de la aplicación en el cultivo de algodón; y lo encontrado por Noma y Strickler (1999) quienes al aplicar *B. bassiana* (Mycotrol®) sobre adultos

y ninfas de *L. hesperus* en campos de alfalfa, la aplicación no fue tan efectiva para reducir las poblaciones cuando se aplicó la dosis de 1.16 L ha⁻¹.

4.5. Efecto de *L. lineolaris* sobre el rendimiento de fresa

Con el propósito de conocer como afecta la chinche ligus el rendimiento de la fresa, a los datos obtenidos en cada unidad experimental se les aplicó el análisis de varianza con una confiabilidad del 95 %, obteniéndose una R² de 0.618 y Pr>F 0.0208, demostrando con ello que al menos en uno de los tratamientos el rendimiento fue diferente, por lo que a través de la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) se efectuó la comparación de medias sobre la variable rendimiento en gramos, encontrando que el tratamiento con Endosulfán presentó el mayor rendimiento, en comparación con los tratamientos a base de *B. bassiana* (2, 3, 4 y 5) y éstos a su vez diferentes al rendimiento del testigo, que fue el más bajo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación de medias de rendimiento de fresa, después cuatro aplicaciones con *B. bassiana* y una con Endosulfán. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. Febrero-marzo del 2004.

Tratamiento	Descripción	Media (g)	Agrupamiento Tukey*
6	Endosulfán 1.5 L ha ⁻¹	197.08	a
2	Cepa Bblygus04 100 g ha ⁻¹	183.53	ab
5	Cepa L-BB 100 g ha ⁻¹	164.85	ab
4	Cepa L-BB 50 g ha ⁻¹	155.68	ab
3	Cepa Bblygus04 200 g ha ⁻¹	132.63	ab
1	Testigo	106.09	b

*Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

Al ajustar los datos de rendimiento y número de ninfas por racimo floral, con la técnica de regresión lineal simple para conocer la relación que existe entre estas dos variables, se obtuvo la siguiente ecuación de regresión:

$$R = 142.99 - 79.25 (X)$$

Donde:

R= Rendimiento de fresa en g/m²

X= Número de ninfas/racimo floral

La ecuación anterior se ajustó a un nivel de confiabilidad del 95 %, obteniendo una R² de 0.618 y Pr>F de 0.001, lo que indica que a medida que se incrementa una ninfa por racimo floral, el rendimiento disminuye en 79.25 g/ m² de cultivo, esto a pesar de haberse encontrado gran variación entre el número de ninfas por racimo floral y el rendimiento. Lo anterior coincide con lo reportado por Mailloux y Bostanian (1988), quienes observaron que se redujo el rendimiento cuando la población de ninfas por racimo floral en fresa se incrementaba, a pesar de haber encontrado un grado considerable de variación entre el peso total de frutos y el nivel de población de ninfas. Un grado similar de variación fue reportado por Gutiérrez *et al.* (1977) para *L. hesperus* (Knight) en algodón. Por lo que se puede decir que los resultados de este estudio sugieren una relación generalizada entre la densidad de ninfas por racimo floral y su impacto en la producción de fresa.

4.6. Categorías del nivel de daño en frutos de fresa

Para calcular el porcentaje de daño causado por la chinche ligus en frutos de fresa, se contabilizaron todos los frutos cosechados/m² de cada unidad experimental y se clasificaron en cinco categorías de daño de acuerdo a la escala establecida para tal fin por Wold y Hutchison (2003), de acuerdo con la cual los frutos de las categorías I y II no presentan daño; los de las categorías

III y IV presentan menos del 10% de daño, y los frutos muy deformes (más del 10 % de daño) llamados "cara de gato" entran en la categoría V (Figura 10).

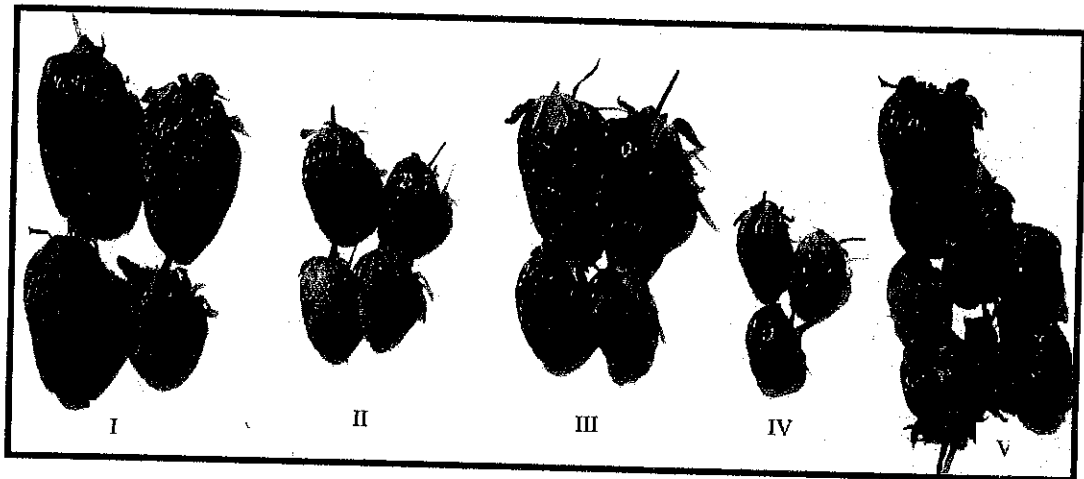


Figura 10. Categorías del daño causado por *L. lineolaris* a los frutos de fresa. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. Febrero-marzo del 2004.

De acuerdo con los resultados, el tratamiento 6 (Endosulfán) presentó el mayor número de frutos (56) de la categoría I, a diferencia de 20.3, 25.6, 26.3 y 30 frutos de la categoría I de los tratamientos 3, 5, 4 y 2, respectivamente; y el testigo sólo presentó 17 frutos de esta categoría. De hecho, se encontraron muy pocos frutos de las categorías II y IV en todos los tratamientos (Figura 11). La categoría III presentó una distribución muy homogénea entre los tratamientos (11.3 a 13 frutos) excepto en el tratamiento 2 que fue ligeramente mayor encontrando 20 frutos; el tratamiento 6 fue el que presentó el menor número de frutos de la categoría V (9.6) (Figura 11).

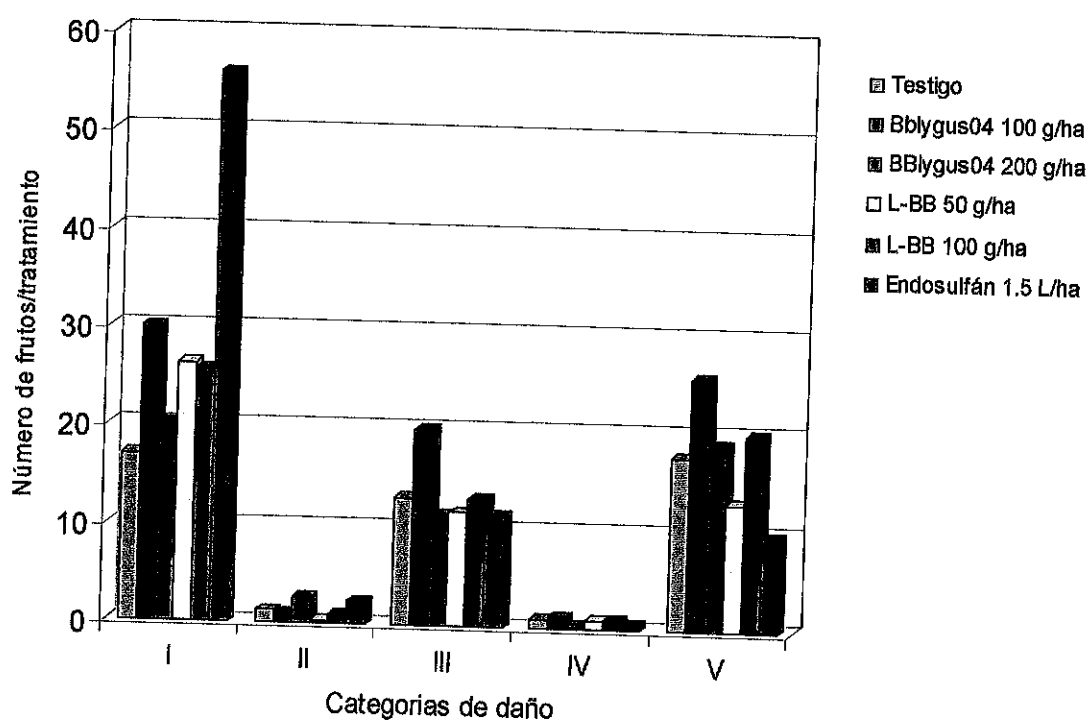


Figura 11. Número de frutos de fresa por categorías de daño causado por *L. lineolaris* en cada tratamiento después de cuatro aplicaciones con *B. bassiana* y una de Endosulfán. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. Febrero-marzo del 2004.

4.7. Porcentaje de frutos de fresa dañados por *L. lineolaris*

Se consideraron los frutos de las categoría III, IV y V para determinar el porcentaje de daño causado por la chinche y al someterlos al análisis de varianza con una confiabilidad del 95 %, se obtuvo una R^2 de 0.80 y $Pr>F$ de 0.001, lo que indica que el efecto de al menos uno de los tratamientos fue diferente. Al efectuar la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), ésta los ordenó en cuatro grupos estadísticos (Cuadro 9).

Los frutos que presentaron el mayor daño fueron los del testigo (61.4 %) y en los tratamientos a base de *B. bassiana* (2, 3, 4 y 5) el porcentaje de daño se

redujo en comparación con el testigo. Una sola aplicación de Endosulfán (Tratamiento 6) fue suficiente para obtener el menor porcentaje de daño (Cuadro 9). Con relación al tema, Kovach (1996) observó que del 3 al 6 % de los frutos de fresas fueron dañados en los lotes tratados con *B. bassiana*, comparado con el 25 % de daño del testigo.

Allen y Gaede (1963), Schaefers (1980) emplearon el porcentaje de daño como indicador de la eficiencia de control de los productos utilizados contra la chinche ligus; reportaron una estrecha relación entre la densidad de ninfas de *Lygus* spp., el porcentaje de daño y la reducción del peso de los frutos.

Cuadro 9. Comparación de medias del porcentaje de daño causado por *L. lineolaris* a los frutos de fresa después de cuatro aplicaciones de *B. bassiana* y una con Endosulfán. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. Febrero-marzo del 2004.

Tratamiento	Descripción	Media (%)	Agrupamiento Tukey*
1	Testigo	61.445	a
2	Cepa Bblygus04 100 g ha ⁻¹	52.618	ab
3	Cepa Bblygus04 200 g ha ⁻¹	51.763	ab
5	Cepa L-BB 100 g ha ⁻¹	47.415	ab
4	Cepa L-BB 50 g ha ⁻¹	43.098	b
6	Endosulfán 1.5 L ha ⁻¹	25.333	c

*Medias con la misma letra, no son diferentes estadísticamente, según Tukey ($\alpha=0.05$)

Al ajustar los datos del porcentaje de daño y la densidad de población de ninfas por racimo floral con la técnica de regresión lineal simple, se obtuvo la siguiente ecuación:

$$D = 24.69 + 30.368 (X)$$

Donde:

D= Porcentaje de daño

X= Número de ninfas por racimos floral

La ecuación anterior fue ajustada considerando un nivel de confianza del 95 %, obteniendo una R^2 de 0.80 y $Pr>F$ de 0.0001, lo cual indica que si se incrementa una ninfa por racimo floral en una huerta de fresas en producción, se tendría en consecuencia un incremento del 30.3 % de daño en los frutos. Esto quiere decir que a medida que aumenta la densidad de población de ninfas, se incrementará el porcentaje de daño en los frutos y como consecuencia disminuye el rendimiento. Lo anterior concuerda con lo planteado por Shaeffer (1980) quien observó 30% de frutos dañados cuando había una ninfa por racimo floral y 51 % de los frutos dañados con tres ninfas por racimo; este mismo autor reporta que un gran número de ninfas, en los últimos instares de desarrollo, sobre los frutos ya desarrollados reduce el peso de éstos a la cosecha. Por otro lado, Kovach (1996) observó un decremento de 19 a 22 % en el daño de los frutos al reducir la población de *L. lineolaris* con aplicaciones de *B. bassiana* (Mycotrol) a una dosis de 1.1 L ha⁻¹; y Mailloux y Bostanian (1988) encontraron que una densidad de población de 0.99 ninfas de *L. lineolaris* por racimo floral provocó que el 13 % de los frutos presentaran daño y con 0.26 ninfas por racimo se presentó solo el 3.5 % de frutos con un daño ligero, daño que no es identificado por el consumidor, y los frutos pueden ser comercializados en fresco.

En la Figura 12 se puede observar como se comportó el porcentaje de frutos dañados y el de frutos sanos. Con una sola aplicación de Endosulfán (tratamiento 6) se obtuvo el mayor porcentaje de frutos sanos (69.26 %) y a la vez, el menor porcentaje de frutos dañados; en los tratamientos con *B. bassiana*, el porcentaje de frutos con daño se ubicó entre el 49 y el 52 %, en cambio, el testigo presentó el mayor porcentaje de frutos dañados (60.2 %).

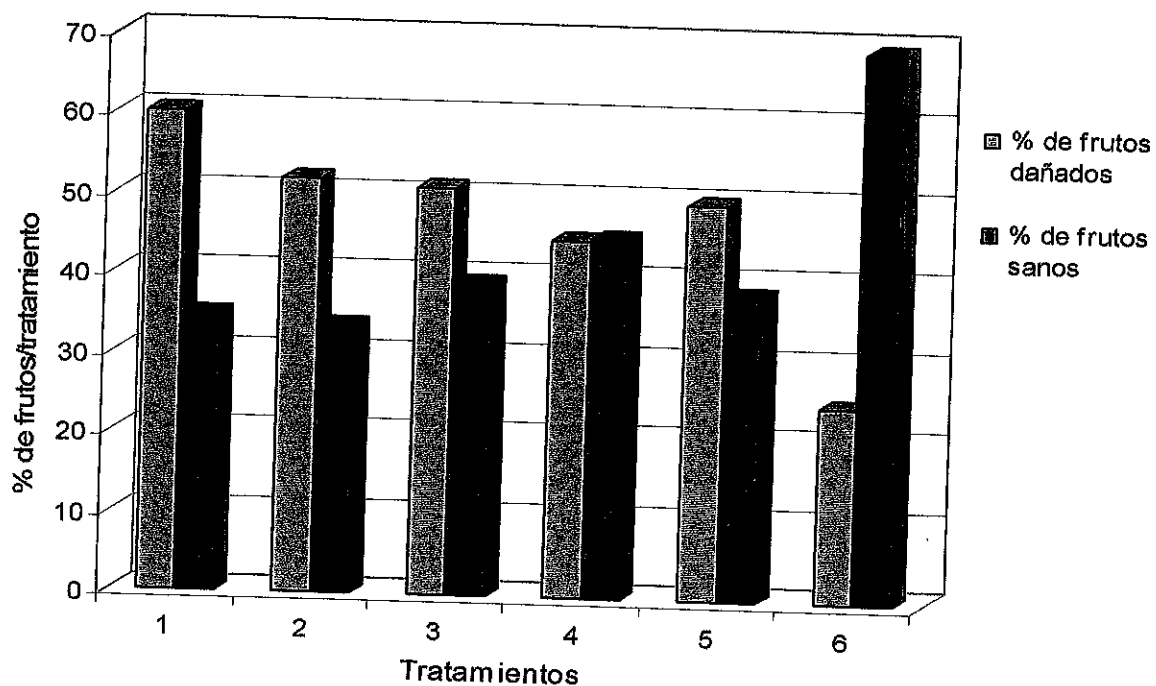


Figura 12. Porcentaje de frutos sanos y dañados por *L. lineolaris* después de cuatro aplicaciones con *B. bassiana* y una con Endosulfán. San José de la Laguna, Irapuato, Gto. Febrero-marzo del 2004.

Al ajustar los datos del número de frutos dañados y la densidad de población de ninfas por racimo floral con la técnica de regresión lineal simple, se obtuvo la siguiente ecuación de regresión:

$$F = 5.326 + 3.5728 (X)$$

Donde:

F= Número de frutos dañados

X= Número de ninfas por racimo floral

El modelo anterior con una confiabilidad del 92 %, indica que cuando se incrementa una ninfa por racimo floral, 3.57 frutos sufrirán daño.

5. CONCLUSIONES

1. La especie de chinche ligus que ataca al cultivo de fresa en Irapuato, Gto, fue identificada como *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois).
2. Las cepas de *B. bassiana* probadas tanto en laboratorio como en campo disminuyeron la densidad de población de ninfas de *L. lineolaris*.
3. El porcentaje de mortalidad de *L. lineolaris* en condiciones de laboratorio, con los tratamientos a base de *B. bassiana* se ubicó entre 24.2 y 41 % para adultos, y para ninfas entre 28.07 y 36.84 %.
4. Aún cuando los resultados de laboratorio y campo muestran que las cepas presentaron efectividad biológica contra *L. lineolaris*, ésta no igualó o superó al efecto del tratamiento con Endosulfán.
5. Ninguno de los tratamientos a base de *B. bassiana* redujo en campo la población de chinches al umbral de acción de 0.25 ninfas/racimo floral, lo cual sí fue logrado con una sola aplicación de Endosulfán.
6. Con las cepas L-BB y Bblygus04 de *B. bassiana* se mejoró el rendimiento y calidad de la producción de fresa, sin embargo, no lograron superar el rendimiento y calidad obtenido con la aplicación de Endosulfán.

7. A medida que aumenta la densidad de población de ninfas, se incrementa el porcentaje de daño en los frutos y disminuye el rendimiento.
8. Si bien la efectividad biológica de las cepas de *B. bassiana*, no igualan la del Endosulfán, su porcentaje de efectividad puede ser considerado como una estrategia dentro de un programa de manejo integrado de plagas.

6. LITERATURA CITADA

- Alatorre R., R. 2002. Hongos entomopatógenos. En: Memorias del XIII Curso Nacional de Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Hermosillo, Sonora. México. pp 55- 63.
- Allen, W. W. and S.E. Gaede. 1963. The relationship of *Lygus* bugs and thrips to fruit deformy in strawberries. J. Econ. Entomol. 96(5):823-825.
- Avitia G., E. y A. M. Castillo. 2002. Taxonomía y nomenclatura de especies Frutícolas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 61 p.
- Barnett, H. L. and B. B. Hunter. 1987. Illustrated genera of imperfect fungi: Fourth edition. MacMillan Publishing Company. pp. 100-101.
- Bostanian, N.J. and G. Mailloux. 1990. Threshold levels and sequential sampling plans for tarnished plant bug in strawberry, In: N.J. Bostanian, L.T. Wilson and T.J. Dennehy [eds.], Monitoring and integrated management of arthropods pest of small fruits crops. Intercep, Andover, UK. pp. 81-101.
- Butler, G.D. and A.L. Wardecker. 1971. Temperature and development of eggs and nymphs of *Lygus hesperus*. Ann. Entomol. Soc. Am. 64: 144-149.
- Carruthers, R.I. and K. Hural. 1990. Fungi as naturally occurring entomopathogens. In: New directions in biological control. R.R. Baker and P.E. Dunn (Eds.) Alan R. Liss, Inc. pp. 115-138.
- Champlain, R.A. and G. D. Butler. 1967. Temperature effects of development of egg and nymphal stage of *Lygus hesperus* (Hemiptera: Miridae). Ann. Entomol. Soc. Am. 60(3): 519-521.
- Charnley, A. K. 1997. Entomopathogenic Fungi and their role in pest control. The Mycota IV. Environmental and Microbial Relationships. Wicklow/Sodertrom (Eds.) 185-201.
- Clancy, D. W. y H. D. Pierce. 1966. Natural enemies of some *Lygus* bugs. J. Econ. Entomol. 59: 853-858.

- Cleveland, T. C. 1985. Toxicity of several insecticides applied to tarnished plant bugs. *J. Entomol. Sci.* 20: 95-97.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (CESAVEG). 2001. Informe de actividades 2000 de la campaña fitosanitaria de la fresa. Irapuato, Gto. México. 20 p.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (CESAVEG). 2002. Campaña de manejo fitosanitario de la fresa. Folleto para productores. 16 p.
- Daoust, R. A. and R. M. Pereira. 1986. Stability of entomopathogenic fungi *B. bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on beetle attracting tubers and cowpea foliage in Brazil. *Environ. Entomol.* 15: 1237-1243.
- Dávalos P. A., J. Castro, E. Redondo, H. Rodríguez, G. Díaz y A. Arévalo. 1992. Guía para cultivar fresa en Irapuato. Folleto para productores Núm. 1. SARH-INIFAP-GTO. Celaya, Gto. México. 26 p.
- Dávalos P.A. 2000. Situación de la fresa en México y propuestas de investigación. En: *Memorias del Simposio Internacional de la Fresa*. Zamora, Michoacán. 151-168 pp.
- Day, W. H. 1996. Evaluation of biological control of the tarnished plant bug (Hemiptera: Miridae) in alfalfa by the introduced parasite *Peristenus digoneutis* Hymenoptera: Braconidae). *Environ. Entomol.* 25: 512-518.
- Dolling, W. R. 1991. The hemiptera. Oxford University Press. pp. 16-19.
- Dunn, P. H. and B. L. Mechals. 1963. The potencial of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin as a microbial insecticide. *J. insect. Pathol.* 5: 451-459.
- Faedi, W., Mourgues, F and Rosati, C. 2002. Strawberry breeding and varieties: situation and perspectives. *Acta Hort.* 567 (Vol. I): 51-59 pp.
- Fargues, J., M. S. Goettel, N. Smiths, A. Ouedraogo, A. Vidal, L. A. Lacey, C.J. Lomer, and M. Rougier. 1996. Variability in susceptibility to simulated sunlight of conidia among isolates of entomopathogenic hyphomycetes. *Mycopathology.* 135: 171-181.
- Fargues, J., M.S. Goettel, N. Smiths, A. Ouedraogo, and M. Rougier. 1997. Effect of temperature on vegetative growth of *Beauveria bassiana* isolates from different origins. *Mycologia* 89: 383-392.

- Fargues, J. and C. Luz. 2000. Effects of fluctuating moisture and temperature regimes on the infection potential of *Beauveria bassiana* for *Rhodnius prolixus*. J. Invertebr. Pathol. 75: 202-211.
- Funt, R.C., M. A. Ellis and C. Welty. 1997. Midwest Small Fruit Pest Management Handbook. Bulletin 861. The Ohio State University. USA. 80 p.
- Fuxa, J.R. 1987. Ecological considerations for the use of entomopathogens in IMP. Ann. Rev. Entomol. 32: 225-251.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. México. 252 p.
- Gillespie, A.T. and N. Claydon. 1989. The use of entomogenous fungi for pest control and the role of toxin in pathogenesis. Pest Science 27:203-215.
- Gordon, R., Ellington, J., Faubian, G. y H. Graham. 1987. A survey of the insect parasitoids from alfalfa and associated weeds in New Mexico. Southwest Entomology 12: 335-350.
- Gutierrez A.P., T.F. Leigh and R.D. Cave. 1977. An analysis of cotton production in California *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) injury and evaluation. Can. Entomol.. 109: 1375-1386.
- Handley, D.T. 1991a. Strawberry fruit development and the effects of feeding by the tarnished plant bug (*Lygus lineolaris*) In: The strawberry into the 21 st century. Proceedings of the third North Americans Strawberry Conference, Houston, Texas. 14-16 February 1990. Timber Press, Inc. U.S.A. pp. 209-216.
- Handley, D. T., J. F. Dill, and J. E. Pollard. 1991b. Field susceptibility of twenty strawberry cultivars to tarnished plant bug injury. Fruit Var. J. 45: 166-169.
- Handley, D.T. and J.E. Pollars. 1993a. Microscopic examination of tarnished plant bug (Heteroptera: Miridae) feeding damage to strawberry .J. Econ. Entomol. 86 (2): 505-510.
- Handley, D. T., and J. E. Pollard. 1993b. Tarnished plant bug (*Lygus lineolaris*) on cultivated strawberries. Acta Hortic. 348: 463-468.
- Handley, D.T. and J.F. Price. 2003. Insect and mite management in strawberries In: The strawberry a book for growers, other. Childers, N.F. (Ed) Painter Printing Company, Inc. USA. pp. 94-102.

- Hernández R., F. 2002. Caracterización fisiológica y genética de aislamientos multiespóricos y monoespóricos de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vill. . Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo. de México. México. 131 p.
- Hernández E., A. G. 1993. Biología e identificación de *Lygus* spp. (Hemiptera: Miridae) y pruebas de patogenicidad con cepas del hongo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillos, México. 68 p.
- Hori, K. 1975. Pectinase and plant growth-promoting factors in the salivary glands of the larva of bug, *Lygus dispondi*. J. Insect Physiol. 21: 1271-1274.
- Ignoffo, C.M., D.L. Hostetter, P.P. Sikorowski, G. Sutter and W.M. Brooks. 1977. Inactivations of representative species of entomopathogenic viruses, a bacterium, fungus, and protozoan and an ultraviolet light source. Environ. Entomol. 6: 400-415.
- Inglis G.D., D.L. Johnson and M.S. Goettel. 1996. Effects of temperature and thermoregulation on mycosis by *Beauveria bassiana* in grasshopper. Biological Control. 7: 131-139.
- Inglis, G.D., D.L. Johnson and M.S. Goettel. 1999. Effects of temperature and sunlight on mycosis (*Beauveria bassiana*) (Hyphomycetes: Symptodulosporeae) of grasshopper under field conditions. Environ. Entomol. 26: 400-409.
- Jeffs, B.L., I.J., Xavier., R.E. Matai and G.G. Khachatourians. 1999. Relationships between fungal spore morphologies and surface properties for entomogenic members of the genera *Beauveria*, *Metarhizium*, *Paecilomyces*, *Tolypocladium*, and *Verticillium*. Can. J. Microbiol. 45:936-948.
- Kelton, L.A. 1975. The *Lygus* bugs (Genus *Lygus* Hahn) of North America (Heteroptera:Miridae). Memoirs of the Entomology Society of Canada. No. 95. 101 p.
- Kelton, L.A. 1983. Plant bugs on fruit crops in Canada (Heteroptera: Miridae). Monograph No. 24. Research Branch Agriculture Canada. Ottawa, Canada. 201 p.
- Kershaw, M.J. and N.J. Talbot. 1998. Hydrophobin and Repellents: Protein with Fundamental Roles in Fungal Morphogenesis. Fungal Genetic and Biology. 23:18-23.

- Kershaw, M.J., E.R. Moorouse, R. Bateman, S.E. Reynolds, and A.K. Charnley. 1999. The role of dextruxins in the pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* for three species of insects. J. Invertebr. Pathol. 74:213-223.
- Kovach, J. ., Wilcox A., Agnello A., and M. Pritts. 1993. Strawberry IPM scouting procedures. New York State. Agric. Expt. Sta. IPM Bull. Cornell University New York State IPM Program, Geneva, N.Y. 20 p.
- Kovach, J. 1996. Using *Beauveria bassiana* to manege Tarnished Plant Bug in Strawberries 1995. Strawberry IPM Update (IA State Univ. Ames, IA. 3(2):7-8.
- Kovach, J. and G English. 1997. Testing the efficacy of Mycotrol ES, *Beauveria bassiana*, on Tarnished Plant Bugs, *Lygus lineolaris*, in New York Strawberries. 4 p. Revisado en noviembre de 2003.
<http://www.nysipm.cornell.edu/publications/beauveria.html>
- Larson, K.D. 2000. Comportamiento y manejo de la fresa: Desarrollo de programas de producción para máxima calidad y rendimiento en México. En: Memorias del Simposio Internacional de la Fresa. Zamora, Michoacán. pp. 7-23
- Leigh, T.F. 1963. Life history of *Lygus hesperus* (Hemiptera: Miridae) in the laboratory. Ann. Entomol. Soc. Am. 56:865-867.
- Lesche, G.T. y E. Melo. 1979. Patogenicidad de *Beauveria bassiana* en insectos-plaga de soja. Pesq. Agropec. Bras. 14(1):89-95.
- Lezama C., M. 2000. Efectividad biológica de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. y *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sor. para el control del gorgojo del frijol, *Acanthocelides obtectus* Say. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo. de México. 60 p.
- Liu, H., M. Skinner, B.L. Parker and M. Brownbridge. 2002. Pathogenicity of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes), and other Entomopathogenic fungi against *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae). J. Econ. Entomol. 95(4):675-681.
- Liu, H., M. Skinner, M. Brownbridge and B.L. Parker. 2003. Characterization of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates for management of tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Hemiptera:Miridae). J. Invertebr. Pathol. 82:139-147.

- Maas, J. L. 1992. Compendium of strawberry diseases. Third printing. The American Phytopathological Society. APS PRESS. USA. 138 p.
- Mailloux, G. and N.J. Bostanian. 1988. Economic injury levels model for tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Hemiptera: Miridae), in strawberry fields. Environ. Entomol. 17: 581-586.
- McCoy, C.W., Samson R.A. and D.G. Boucias. 1988. Entomopathogenic fungi. In: Handbook of Natural Pesticides. Vol. V. Microbial Insecticides. Part A. Entomopathogenic Protozoa and Fungi. C.M. Ignoffo (Ed.) C.R.C. Press, Inc. Boca Raton, Flo. pp 151-236.
- Mendoza Z., C. 1987. Principales enfermedades fungosas y control químico de la cenicilla de la fresa (*Fragaria chiloensis* Duchesne var. Ananassa) en Villa Guerrero, Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. México. 126 p.
- Moroto J., V. y S. López. 1988. Producción de fresas y fresones. 2da. Ed. Agroguías, Mundi Prensa. España. 290 p.
- Mueller, S. C., C. G. Summers and P.B. Goodell. 2003. A field to the most common *Lygus* species found in agronomic crops of the Central San Joaquin Valley of California. University of California. Agriculture & Natural Resources. Publication 8104. 10 p.
- Noma, T. and K. Strickler. 1999. Factors affecting *Beauveria bassiana* for control of lygus bug (Hemiptera: Miridae) in alfalfa seed fields. J. Agric. Urban Entomol. 16: 215-233.
- Noma, T. and K. Strickler. 2000. Effects of *Beauveria bassiana* on *Lygus hesperus* (Hemiptera: Miridae) feeding and oviposition. Environ. Entomol. 29(2):394-402.
- Peveling, R. and J. Weyrich. 1992. Effects of neem soil, *Beauveria bassiana* and dieldrin on non-target tenebrionid beetles in the desert zone of the Republic of Niger. In: Lomer, C.J. and C. Prior (Eds), Biological Control of Locust and Grasshoppers. CAB International Institute of Biological Control. pp. 321-336
- Pickel, C., Zalom, F., Walsh, D. B., y N. C. Welch. 1994. Efficacy of vacuum machines fields for *Lygus hesperus* (Hemiptera: Miridae) control in coastal California strawberries. J. Econ. Entomol. 87:1636-1640.
- Ramoska, W. A. 1984. The influence of relative humidity on *Beauveria bassiana* infectivity and replication in the chinch bug *Blissus leucopterus*. J. Invertebr. Pathol. 43:389-394.

- Rao, S. and S. C. Welter. 1997. Manejo de Insectos Plagas en Fresas. National IPM Network. Universidad de Minnesota. USA. 8 p.
- Reed, J. T., C. S. Jackson, and F. A. Harris. 1999. Insecticide trials for control of tarnished plant bugs on cotton. Miss. State Univ. Exp. Stn. Bull. 1083: 35 pp.
- Reinert, J. A. 1978. Natural enemy complex of the southern chinch bug in Florida. Ann. Entomol. Soc. Am. 71: 728-731.
- Rhainds, M., J. Kovach., E. L. Dosa and G. Loeb. 2001. Impact of Reflective Mulch on Yield of Strawberry Plants and Incidence of Damage by Tarnished Plant Bug (Heteroptera: Miridae). J. Econ. Entomol. 94(6): 1477-1484.
- Richelme, M., C. G. Reynaga-Peña, G. Gires and S. Bartnicki-García. 1998. What determines growth direction in fungal hyphae. Fungal Genetic and Biology 24:101-109.
- Ridgeway, R. L. and G. G. Gyrisco. 1960. Studies of the biology of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris*. J. Econ. Entomol. 87: 1636-1640.
- Riggs, D. I. M. 1990. Greenhouse studies of the effects of *Lygus* bug feeding on "Tristar" strawberry. Adv. Straw. Prod. 9: 40-43.
- Roberts, D. W. 1981. Toxins of entomopathogenic fungi. In: Burgrs, H.D. (ed). Microbial control of pests and plants diseases 1970- 1980. Academic Press, London. pp:441-464.
- Roberts, D. W. 1989. World picture of biological control of insect by fungi. En: Memorias del Intituto Oswalo Cruz, Rio de Janeiro. Brazil. Suplemento III. 84:89-100.
- Roberts, W. D. and E. A. Hajek. 1993. Entomopathogenic fungi as bioinsecticide. In: D. Pimentel (Ed.) Handbook of pest management in agriculture. CRC, Press, Boca Raton, Flo..Vol. 2:243-278.
- Rombach, M. C., R.M. Aguda, B. M. Shepard and D.W. Roberts. 1986. Enthomopatogenic fungi (Deuteromycotina) in the control of the black bug of rice, *Scotinophora coarctata* (Hemiptera:Pentatomidae). J. Invertebr. Pathol. 48(2): 174-179.
- Rose, R. 1996. Management alternatives for *Lygus lineolaris* Palisot de Beauvois (Heteroptera: Miridae), the tarnished plant bug, in Iowa berries. M.S. Thesis. Iowa State University, Ames, IA. 80 p.

- SAGARPA.2004.http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comrecre.html.
(revisado el 7/04/04).
- Samson, R. A. 1981. Identificación: Entomopathogenic Deuteromycetes. *In*: Microbial control of pest and plant diseases. H.D. Busges (Ed.). Academic Press, London. pp. 93-105.
- Schaefer, G. A. 1980. Yield effects of Tarnished Plant Bug feeding on June-bearing strawberry varieties in New York State. *J. Econ. Entomol.* 73: 721-725.
- Snodgrass, G. L. and G. W. Elzen. 1994. Efficacy of Naturalis-L for adults and nymphs of tarnished plant bug in cotton. *In*: D.J. Heber and D.A. Richter [eds.], proceedings, Beltwide Cotton Production Research Conference, San Diego, CA. National Cotton Council, Memphis, TN. pp. 1103- 1104
- Snodgrass, G. L. 1996a. Insecticide resistance in field population of tarnished plant bug (Heteroptera: Miridae) in cotton in the Mississippi Delta. *J. Econ. Entomol.* 89:783-790.
- Snodgrass, G. L. 1996b. Glass-vial bioassay to estimate insecticide resistance in adult tarnished plant bug (Heteroptera: Miridae). *J. Econ. Entomol.* 89:1053-1059.
- Solis A., J. F. 2001. El picudo del agave tequilero *Scyphiphorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) en Jalisco, México. Tesis de Doctorado. Colegio de Posgraduados. Montecillo Edo. de México. México. 93 p.
- South, D. B. 1991. *Lygus* bugs: A worldwide problem in conifer nurseries. *In*: Proc., 1st IUFRO Workshop on diseases and insects in forest nurseries, Victoria, B.C. Forestry Canada, Information Report BC-X-331. Pp. 215-222.
- Steinhaus, E. A. 1956. Chronology of some of the principal events and development in the early history of the insect pathology. Microbial control the emergence of an idea. 26(2):107-149.
- Steinkraus, D.C. and N. P. Tugwell. 1997. *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) effects on *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae). *J. Entomol. Sci.* 32: 79-90.
- St. Leger, R. J., Gaettel M., Roberts D. W., and R. C. Staples. 1991. Pre-penetrations events during infection of the host cuticle by *Metarhizium anisopliae*. *J. Invertebr. Pathol.* 58: 168-179.

- St. Leger, R. J. 1993. Biology and mechanisms of Insect-cuticle invasion. Deuteromycete Fungal Pathogens. Parasites and pathogens Insects. Vol. 2. Academic Press, Inc. Chapter 10: 211-229.
- Strand, L. L. 1994. Integrate Pest Management for Strawberries. University of California. Atatewid Integrated Pest Management Project. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3351. 142 p.
- Strong, F. E. 1970. Physiology of injury caused by *Lygus hesperus* Knight. J. Econ. Entomol. 63(3): 808-814.
- Sun, C. K., S. Park, and G. Lee. 1999. Purification and characterization of a novel chitinase from the Entomopathogenic Fungus, *Metarhizium anisopliae*. J. Invertebr. Pathol. 73: 276-281.
- Taksdal, G. 1962. Ecology of plant resistance to the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris*. Ann. Entomol. Soc. Am. 56: 69-74.
- Tanada, Y. and H. K. Kaya. 1993. Insect pathology. Academic Press. 664 p.
- Varela, A. and E. Morales. 1996. Characterization of some *Beauveria bassiana* isolates and their virulence in the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*. J. Invertebr. Pathol. 67: 147-152.
- Vega del Rio, R. 2000. Historia de la introducción del cultivo de la fresa al Valle de Zamora, Michoacán (1938 al año 2000). 37 p.
- Vincent, C., and P. Lachance. 1993. Evaluation of a tractorpropelled vacuum device for management of tarnished plant bug (Heteroptera: Miridae) populations in strawberry plantations. Environ. Entomol. 22: 1103-1107.
- Young, O. P. 1986. Host plants of tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae). Ann. Entomol. Soc. Am. 79: 747-762.
- Wold, S.J. and W. D. Hutchison. 2003. Comparison of economic and plant phenology-based threshold for management of *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae) in Minnesota strawberries. Hort. Entomol. J. Econ. Entomol. 96(5): 1500-1509.