

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Determinación de la Susceptibilidad de *Sitophilus zeamais* (Motshulsky) con el Hongo Entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Vuillemin)

TESIS

SERGIO ROSALES DE LA ROSA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Determinación de la Susceptibilidad de *Sitophilus zeamais* (Motshulsky) con el
Hongo Entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Vuillemin)

Por:

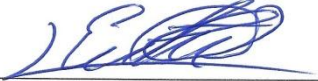
SERGIO ROSALES DE LA ROSA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Comité de Asesoría



Dr. Ernesto Cerna Chávez

Asesor Principal



Dra. Yisa María Ochoa Fuentes
Coasesor

M.C. Omega Hernández Bautista
Coasesor

Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2015

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada quiero agradecerle a **Dios**, por haberme dado la oportunidad de alcanzar una meta más en mi vida culminar con mi carrera universitaria, por darme salud y recibir bendiciones.

A la UAAAN, por abrirme sus puertas y poder estudiar aquí, haberme brindado los recursos necesarios para lograr mi formación académica. Siempre orgulloso de mi “ALMA MATER”.

Al Dr. Ernesto Cerna Chávez, por su gran apoyo para poder realizar este trabajo, así como también por la amistad que me brindó y por los conocimientos compartidos durante mi estancia en la universidad.

A la Dra. Yisa María Ochoa Fuentes, por ser parte del jurado del presente trabajo.

Al M.C. Omegar Hernández Bautista, por su apoyo para realizar este trabajo y ser parte del jurado.

A los profesores del Departamento de Parasitología, ya que ellos fueron parte fundamental por haberme compartido sus conocimientos, para que terminara mi carrera de Licenciatura.

A mis compañeros y amigos de generación, Daniela, orla, isra, cabrera, chiguas, Dani, Alexis, Jairo y el wero, ya que con ellos compartí muchos buenos y gratos momentos durante 4 años, me encontré con estas buenas personas que siempre los recordare por ser grandes camaradas.

DEDICATORIAS

Con dedicación especial

A mis padres Carmen de la Rosa y Sergio Rosales, por haberme dado la vida, por su gran apoyo incondicional, sus buenos consejos semestre tras semestre, los buenos valores que me inculcaron y la confianza que depositaron en mí durante mi formación como profesionista, los quiero mucho papás.

A mis hermanas Jesi, Vero y Ceci por su apoyo, sus consejos y el cariño que me tienen fueron una parte fundamental para que alcance esta meta más, gracias hermanas las quiero.

A mi abuelo Juan, porque cada vez que me venía a estudiar me daba buenos consejos, y siempre recibirme con mucho gusto cada vez que volvía, y a mi abuela **Viki** por siempre acordarse de mí, con mucho cariño abuelos.

A mis primos gracias por siempre acordarse de mí en especial a J.Carlos, Omar. Al pariente por acompañarme 3 años de la carrera gracias David.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
Justificación.....	3
Objetivo.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Daño directo.....	6
Daño indirecto.....	7
Principales Insectos que Afectan a los Granos Almacenados.....	8
Descripción de <i>Sitophilus zeamais</i>	10

Clasificación taxonómica.....	10
Origen y distribución.....	10
Ciclo biológico.....	11
Daño.....	13
Métodos de Control de Insectos de Granos Almacenados.....	14
Adecuación e higiene de bodegas y productos almacenados.....	15
Estructura del almacén.....	16
Resistencia genética.....	16
Control físico.....	18
Humedad.....	18
Control con insecticidas.....	19
Entomopatógenos.....	20
Hongos entomopatógenos.....	20
<i>Beauveria bassiana</i>	22
Ubicación taxonómica de <i>B.bassiana</i>	22
Características morfológicas.....	23
Modo de acción.....	23
Etapas de infección.....	24
Espectro de acción.....	25

MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
Ubicación del experimento.....	26
Material biológico.....	26
Método del bioensayo.....	26
Preparación de las mezclas.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
CONCLUSIÓN.....	37
LITERATURA CITADA.....	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros		Pág.
1	Géneros de hongos con posibilidades de uso en el control de insectos plaga.....	21
2	Análisis de varianza de los Factores tratamiento, concentración y días de exposición de adultos de <i>Sitophilus zeamais</i> contra el hongo <i>Beauveria bassiana</i> y sus mezclas.....	33
3	Comparación de las medias de los tratamientos evaluados contra adultos de <i>Sithophilus zeamais</i> mediante el método de Tukey.....	
4	Comparación de las medias de las concentraciones evaluadas contra adultos de <i>Sithophilus zeamais</i> mediante el método de Tukey.....	34
5	Comparación de las medias de los días de exposición evaluados contra adultos de <i>Sithophilus seamaiz</i> mediante el método de Tukey.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág
1	Ciclo de vida de <i>Sitophilus zeamais</i>	12
2	Daño de <i>Sitophilus zeamais</i> en estado adulto.....	13
3	Porcentaje de mortalidad de <i>Sithophilus zeamais</i> con <i>Beauveria bassiana</i> a los 4, 7 y 10 días después del tratamiento.....	29
4	Porcentaje de mortalidad de <i>Sithophilus zeamais</i> con la mezcla de <i>Beauveria bassiana</i> mas leche en polvo utilizada como potenciador.....	30
5	Porcentaje de mortalidad de <i>Sithophilus zeamais</i> con la mezcla de <i>Beauveria bassiana</i> mas ácidos húmicos utilizados como potenciador.....	31
6	Porcentaje de mortalidad de <i>Sithophilus zeamais</i> con la mezcla de <i>Beauveria bassiana</i> mas adherente utilizado como potenciador.....	32

RESUMEN

Los granos y productos almacenados son una fuente de nutrientes necesarios. La conservación, protección de los granos y productos almacenados constituye una necesidad alimenticia, social y económica.

La necesidad de almacenarlos, ha generado la capacidad de transformación en la infraestructura que existe para la conservación de granos.

Sin embargo esto se agudiza en el medio rural en donde las condiciones de su almacenamiento son inadecuadas debido a distintos factores bióticos (Microorganismos, roedores, insectos, etc.) y los abióticos (Temperatura, humedad y luminosidad), interactúan negativamente dentro del complejo sistema de almacenamiento.

Uno de los factores limitantes más importantes para la conservación de granos son los insectos ya que generan una competencia intraespecífica por el alimento y una asociación con hongos de granos almacenados, estos pueden generar pérdidas que oscilan desde un 10 a un 80%, de esta manera esto se convierte en un grave problema.

Dentro de las principales especies de insectos que atacan a granos y productos almacenados tenemos a *Tribolium castaneum*, *T. confusum*, *Sitophilus zeamais*, etc.

Actualmente ha surgido la necesidad de reducir el uso de plaguicidas y continuar con la búsqueda de nuevas alternativas de control de estas plagas.

Buscando que estas alternativas sean más amigables con el medio ambiente, con la salud humana. Por lo anterior se evaluaron mezclas del hongo *B.bassiana* con diferentes posibles potenciadores (ácidos húmicos, adherente, leche en polvo) con lo cual se midió la eficacia de cada uno de ellos, realizando bioensayos y midiendo parámetros de mortalidad, días, concentraciones y mezclas, los resultados fueron analizados mediante un Análisis de Varianza (ANVA), y así obteniendo diferencia entre los diferentes tratamientos , las mejores mezclas fueron la de *Beauveria bassiana* + ácidos húmicos y *B.bassiana* + adherente.

Palabras clave: Granos almacenados, necesidad, factores bióticos, pérdidas, alternativas, insectos, mezclas, potenciadores.

Correo electrónico; Sergio Rosales De la Rosa, Sergio_ros_92@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los granos y productos almacenados son una fuente de nutrientes necesarios para el hombre y animales domésticos (Ramírez, 1966); además de ser considerados en forma directa o indirecta, como la principal fuente de alimento.

La conservación y protección de los granos y productos almacenados constituye una necesidad alimenticia, social y económica. Desde que los seres humanos empezaron a acumular reservas de una manera organizada, particularmente las de tipo alimenticio, trataron de buscar los mejores medios para asegurar su subsistencia a través de la calidad de conservación de estos alimentos.

La necesidad de almacenarlo, genera la capacidad de transformación de la infraestructura que existe para la conservación de granos. Sin embargo, esto se agudiza en el medio rural, donde las condiciones de almacenamiento son inadecuadas y donde los factores bióticos (Microorganismos, roedores, insectos, etc.) y los abióticos (Temperatura, humedad y luminosidad), interactúan negativamente dentro del complejo sistema de almacenamiento.

Siendo uno de los factores limitantes para la conservación de los granos, las diferentes especies de insectos, ya que estos al desarrollar una competencia intraespecífica por el alimento y una asociación con hongos de granos y productos almacenados, pueden generar pérdidas que oscila entre el 10 y 80 % (Ramírez *et al.*, 1983).

Dentro de las principales especies de insectos que atacan a granos y productos almacenados tenemos a *Tribolium castaneum*, *T. confusum*, *Sitophilus zeamais*, etc. Siendo el control químicos, el método de control más utilizado. Sin embargo, esto ha generado problemas en la salud de las personas, impacto ambiental y sobre todo problemas de resistencia. No obstante existen otras alternativas de control.

Actualmente ha surgido la necesidad de reducir el uso de plaguicidas y continuar con la búsqueda de nuevas alternativas de control de estas plagas. Buscando que estas alternativas sean más amigables con el medio ambiente, con la salud humana y no generen problemas de resistencia en el a corto plazo. De esta manera, el uso de insecticidas microbianos a base de hongos, bacterias, virus y protozoarios; además el uso de parasitoides y depredadores, son una alternativa al manejo químico de esta plaga.

Es por ello, que los insecticidas microbianos, en particular los hongos entomopatógenos poseen un gran potencial para el control de plagas insectiles debido a que es relativamente económico y muy factible desde el punto de vista tecnológico. Lo antes mencionado ha sido comprobado durante varios años ya que tanto productores, compañías e instituciones de investigación han mencionado la presencia de hongos entomopatógenos en campos de cultivo controlando plagas de manera natural e inducida.

Justificación

Buscar nuevas alternativas para el control de plagas en granos almacenados y reducir el daño a la salud humana y el impacto en el medio ambiente, utilizando productos menos residuales y más amigables con el medio ambiente como es el caso de hongos entomopatógenos.

Objetivo

Evaluar la efectividad del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* contra *Sitophilus zeamais*.

Hipótesis

Al menos uno de los cuatro tratamientos tendrá un mayor porcentaje de mortalidad en la plaga.

REVISIÓN DE LITERATURA

Actualmente, el almacenaje se ha convertido en una práctica de elevado contenido técnico, gracias a la acumulación de experiencias a la largo de muchos años. Asociar el almacenaje con la política actual de implementar reservas reguladoras debe llevar a conservar científicamente los granos, y a solucionar múltiples factores físicos, químicos y biológicos que se encuentran íntimamente concentrados con esta compleja actividad. La cosecha en la época adecuada, la limpieza, el secado, los almacenajes adecuados en cuanto a ubicación, orientación y proyecto los silos con sistemas de aireación, y la calidad del producto durante el periodo de almacenaje, determinan su conservación (Arias, 1985).

La magnitud de la pérdida varía en cada país en todos los años, estadísticas sobre pérdidas en pos cosechas solo se reportan en granos de los cuales se pierde el 30% de la cosecha mundial antes de que se consuma. Estimaciones realizadas para América Latina indican que las pérdidas anuales se ubican en un rango del 15 al 20%, mientras que en Brasil solo se pierde un poco más del 15 % durante la producción y pos cosecha. En México no existe registro de pérdidas en lo que se refiere a semillas, pero en granos oficialmente se pierden 1.5% mensual, aunque otras fuentes determinan que estos alcanzan el 10% y esto se atribuye a los insectos, hongos y otros factores. Aun cuando nuestro país las estadísticas indican una fuerte problemática en grano, no se descarta la posibilidad de que en semillas existan perdidas en el sector industrial como en el rural, siendo este último el que presenta a más pérdidas por deficientes prácticas de almacenamiento de hasta un 30% (Vázquez B, 2000).

La poca importancia que se le ha dado al área de almacenamiento y conservación dentro de los programas de producción de semilla en muchos países del mundo en especial en Latinoamérica, siempre ha creado una necesidad de recurrir al uso de instalaciones que no son adecuadas para almacenar semillas, las cuales muchas de ellas no tienen los requisitos mínimos para ser consideradas adecuadas para esta actividad, ya que la función principal de un almacén o bodega de cualquier tipo o capacidad, es de proteger a las semillas de los factores adversos del medio ambiente para garantizar su conservación adecuada a corto o a largo plazo. El éxito de la conservación de semillas es debido al tipo de construcción, funcionamiento y localización sin dejar de tomar en cuenta las condiciones climáticas del área donde se establecerá el almacenamiento (Vázquez, 2000).

Los efectos más importantes de la presencia de insectos en el grano almacenado considerando que está en función de la especie, ciclo biológico y comportamiento, es la pérdida ocasionada por la cantidad de grano que consumen, otro aspecto importante es la pérdida de la calidad del grano, producida por la contaminación de los fragmentos de sus cuerpos, excretas y bióxido de carbono, agua y calor como productos de su metabolismo, además por que transportan microorganismos en su tracto digestivo, como bacterias, protozoarios y hongos que se dispersan por movimientos internos de los insectos en la masa del grano (Ramírez, 1980).

No obstante en algunas especies el ataque no se extiende a todo el volumen de producto almacenado, pues los individuos son incapaces de profundizar en el sustrato y los daños se localizan en las capas superficiales (García Marí 1991).

En principio, los daños que producen las plagas de productos almacenados pueden adscribirse a dos categorías, daños de tipo directo y de tipo indirecto.

Daño directo

Los daños directos son los más obvios, y son producidos por la alimentación de la plaga sobre el producto. Pueden ser causados por larvas y adultos, o bien exclusivamente por larvas. La mayor parte de los coleópteros de almacén (por ejemplo: *Lasioderma*, *Oryzaephilus*, *Sitophilus*, *Tribolium*) causan daños tanto de larvas como de adultos. Por el contrario, en las polillas y algunos coleópteros (bruquidos, dermestidos y algunos anóbidos) el daño es producido por las larvas

Los daños directos, en general suelen ser de escasa importancia en comparación con los daños indirectos. Usualmente se valoran como la pérdida de peso y/o volumen del producto de un determinado período, aunque ello supone una estimación deficiente, pues no considera los exuvios, excrementos y otros restos de la plaga, que pueden ser muy abundantes (Hill, 1987).

Daños indirectos

Este tipo de daños en productos alimenticios suele ser mucho más grave que el daño directo y con frecuencia ocasiona la total inviabilidad del producto, tanto para consumo humano como animal. La presencia de exuvios, y otros restos de las especies infestantes causa una notable pérdida de valor comercial del producto. Algunos insectos y ácaros confieren a los productos atacados un sabor y olor desagradables, y su ingestión puede causar serios problemas digestivos, tanto al hombre como a los animales. También es muy frecuente que los restos de algunas especies provoquen reacciones alérgicas a las personas que entran en contacto con los productos atacados, que pueden ir desde una simple dermatitis hasta graves problemas de asma, especies como *Trododerma granarium* o los ácaros, son especialmente proclives a generar este tipo de reacciones (Domínguez, García y Tejero 1989).

Los daños indirectos son el calentamiento y la migración de la humedad, los granos pueden calentarse como resultado directo de un ataque de insectos. A este fenómeno se le denomina bolsa de calor, debido a que los granos poseen una baja conductividad térmica y las pequeñas cantidades de calor generadas por los insectos no se disipan. La alta temperatura estimula a los insectos a una mayor actividad, lo que resulta la infestación y el calentamiento de los granos (Arias, 1985).

Existen antecedentes sobre la gran diversidad de las especies de insectos estas son particularmente extensas en las áreas tropicales con humedad y

temperatura elevada, características que contribuyen favorablemente para la reproducción y dispersión de insectos (Arias, 1985).

Los insectos encuentran condiciones propicias para alimentarse y reproducirse en las bodegas y lugares de almacenamiento. Si la humedad y temperatura son favorables, tienen a su disposición una gran cantidad de alimento que asegura su multiplicación y sobrevivencia. Su actividad metabólica incrementa la humedad y temperatura del medio en que se desarrollan, esto también propicia a la aparición de hongos que elevan más aun las temperaturas y por estos factores el grano queda destruido disminuyendo la disponibilidad de alimentos y ocasionando graves pérdidas (Gutiérrez, 1992).

El desarrollo de hongos supone un grave problema, pues el producto se contamina con micotoxinas y queda inservible para la alimentación, ya que pueden actuar como agentes cancerígenos y provocar hepatitis y otras afecciones graves tanto en el hombre como en el ganado (Lacey y Cols, 1980).

Principales Insectos que Afectan a los Granos Almacenados

En el mundo aproximadamente unas 100 especies de insectos son responsables de los daños a alimentos almacenados. En México tenemos más de 25 especies que atacan estos productos. De estas especies una docena constituyen plagas primarias; sin embargo, la experiencia ha demostrado que

las que ocasionan mayor daño a los granos y a las harinas son unas 15 especies de insectos primarios y secundarios, coleópteros y lepidópteros (Gutiérrez, 1992).

Los principales insectos que atacan los granos de maíz y otros cereales, son el género *Sitophilus*, con varias especies, por ser altamente destructivo y por encontrarse ampliamente distribuido por el mundo y el género *Sitotroga* (Ortega *et al.*, 2001, Villacís *et al.*, 1972).

El daño que ocasionan estos insectos es más grave en los trópicos secos y húmedos, donde las condiciones ambientales favorecen su reproducción, que en pocas semanas causa daños del orden de 25% en la calidad del grano o de la semilla (Lagunés y Domínguez, 1985).

Descripción de *Sitophilus zeamais*

Clasificación taxonómica

El gorgojo de los cereales está situado según Richard y Davies (1980) y Borrer (1981), citados por Pérez (1993) en la siguiente clasificación:

Reino: Animal

Phyllum: Artropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Curculionidae

Género: *Sitophilus*

Especie: *zeamais*

Origen y distribución

Originario de la India (Gutiérrez, 1993) Sifuentes (1976) mencionó que el gorgojo de los graneros, probablemente no es nativo de América del Norte, pero es el mejor adaptado a estas áreas. En México está registrado escasamente en algunas localidades del Norte- Centro de la república mexicana; Sonora, Chihuahua, Tamaulipas, Jalisco, Hidalgo y en la parte alta del estado de Morelos (Gutiérrez y Pérez, 1993).

Ciclo biológico

Los huevecillos son aproximadamente de 0.6 a 0.8 mm de largo, de forma más o menos elíptica, de color blanco opaco, en la parte superior algo aplanada y tiene protuberancia redondeada que encajen en cubierta, la cual sostiene en huevecillo en el lugar que fue colocado. Eclosionan entre los cuatro a 15 días de acuerdo a las condiciones de temperatura y de la humedad del medio ambiente (Gutiérrez y Gumes, 1991).

La larva llega a tener de 2.5 a 2.7 mm de largo, de color blanco perla, del cuerpo muy grueso, la cabeza color café. Tienen 8 segmentos abdominales más pequeños que los segmentos típicos; inmediatamente después de emerger empiezan a alimentarse y a cavar galerías a través de la cubierta del grano. Tienen tres estadios larvales (Gutiérrez y Gumes, 1991).

La pupa es redonda , de color blanco al principio, con cabeza redonda, la probosis alargada y con dos espinas prominentes hacia adelante del vertex, el abdomen posee 7 terguitos dorsales claramente perceptibles, requiere de 5 a 7 días para su desarrollo (Gutiérrez, 1991).

Las hembras excavan dentro de los granos y depositan sus huevecillos en la parte media; sobre el descargan un material gelatinoso, el cual nivela hasta dejarlo al ras de la superficie del grano. Los huevecillos son depositados en cualquier parte del grano o semilla, pero preferentemente cerca de un extremo (Gutiérrez y Gumes, 1991).

Los insectos adultos son resistentes a las temperaturas bajas y pueden sobrevivir a inviernos muy fríos. Empiezan sus actividades de ovoposición tan pronto como se eleve la temperatura; son capaces de sobrevivir sin alimentos por relativamente largos periodos. El tiempo de desarrollo de huevecillo a huevecillo es de aproximadamente 35 días. En lugares cálidos se reproducen continuamente y en sitios fríos o durante el invierno invernan como adultos y como larvas (Gutiérrez y Gumes, 1991).

El gorgojo adulto esta sexualmente maduro al término de 15 a 20 días después de haber abandonado el pupario. Generalmente el adulto mide de 4.8 mm de largo, es de color café oscuro con pequeñas cavidades en formas ovales en el tórax, élitros a menudo fusionados, alas no funcionales (Gutiérrez, 1992).

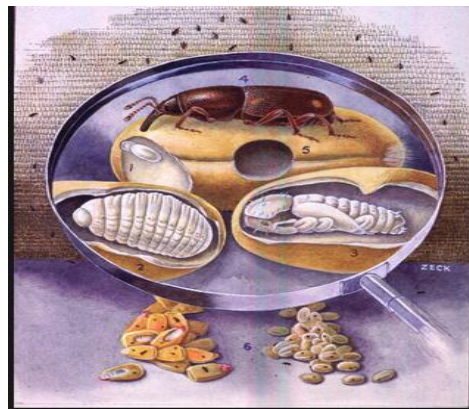


Figura 1. Ciclo de vida de *Sitophilus zeamais*

Daño

Ataca primordialmente granos de cereales como trigo, arroz, maíz, cebada, avena, sorgo, etc. Dentro de las plagas de los granos almacenados los gorgojos son quizá, los insectos más distribuidos de los granos, la especie *S. zeamais* es una de las más destructivas (Gutiérrez y Gumes, 1991).

Se considera una plaga primaria por que los adultos perforan los granos y las larvas se desarrollan en su interior (Gutiérrez y Gumes, 1991).



Figura 2. Daño de *Sitophilus zeamais* en estado adulto

Métodos de Control de Insectos de Granos Almacenados

Desde los primeros intentos de control de plagas de productos almacenados hasta la actualidad el hombre ha desarrollado una variada gama de técnicas de control basadas en el conocimiento preciso de la biología y comportamiento de las especies implicadas y en las posibilidades que ofrecen los avances tecnológicos. Estas técnicas permiten abordar el problema de las plagas de productos almacenados desde distintas perspectivas. Algunas actuaciones son de tipo preventivo y su adopción siempre es recomendable, cuando se ha iniciado la infestación es absolutamente necesario aplicar medidas de tipo curativo si se quiere preservar la integridad del producto almacenado. Ciertos métodos como los tratamientos químicos, pueden aplicarse en ambos contextos. La mayor parte de estos métodos se emplean, con algunas restricciones para el control de plagas de productos alimentarios, especialmente granos y algunas de ellas pueden también utilizarse para proteger otros productos (Torres *et al.*,1996)

Habitualmente los productos almacenados se guardan en contenedores o se empaquetan durante un periodo de duración variable, pero en general suficiente para que en caso de infestación, las plagas se multipliquen hasta niveles intolerables, dada la elevada tasa intrínseca de crecimiento de la mayoría de las especies, por este motivo al margen de las medidas preventivas que se adopten es muy conveniente establecer sistemas para la detección precoz de la infestación (Suárez *et al.*,1993)

A veces la mercancía puede ir infestada inadvertidamente con huevos e incluso larvas que completan su desarrollo dentro del grano (por ejemplo: *Sitophilus*, Brúquidos). Incluso después de aplicar una medida de control, preventiva o curativa, conviene mantener el sistema de vigilancia para detectar la posible reinfestación a partir de ejemplares que hayan sobrevivido (Torres *et al.*,1996).

Tradicionalmente el sistema de vigilancia consistía en la extracción periódica de muestras del producto para su posterior análisis. Este sistema tiene el inconveniente de que a veces no detecta eficazmente la presencia de la plagas, por tener estas una distribución contagiosa en el producto (Torres *et al.*, 1996).

A través del tiempo, el hombre ha aprendido a establecer una lucha competitiva con los insectos por la defensa del alimento de manera que ha desarrollado diferentes métodos de control que incluyen medidas físicas, químicas y biológicas (Gutiérrez y Gumes, 1991).

Adecuación e Higiene de Bodegas y Productos Almacenados

Estas medidas preventivas son la limpieza de cualquier programa de lucha, y deben observarse escrupulosamente para garantizar una adecuada conservación del producto. El mismo diseño de los sistemas de almacenaje juega un papel que determina la posibilidad de llevar a cabo una higiene, inspección y control de las plagas que eventualmente aparezcan. Los

almacenes debes estar protegidos contra la humedad, y pintados de colores reflectantes para evitar el calentamiento de la estructura y por tanto del producto almacenado en ella (Evans,1987).

Estructura del almacén

En los almacenes los granos se mantienen confinados en costales o al granel. Estos almacenes se construyen de diferentes materiales y sus diseños son muy variables, pero deben de evitar la entrada de roedores y aves, también de aislar en lo posible a los granos, del calor y humedad excesiva. Los almacenes o silos modernos, están diseñados para un manejo y conservación eficiente de los granos, deben de estar equipados para la aplicación de tratamientos químicos, incluida la fumigación, al igual que la aireación y secado.

Resistencia genética

La resistencia que presentan algunas razas criollas, o variedades de maíz, es un aspecto muy importante dentro del manejo integrado de plagas de almacén. Algunos de los factores físicos involucrados, son la longitud de las estapas (totomoxtle) y la integridad de cobertura que ofrece protección a la mazorca reduciendo o eliminando los daños por insectos de maíz almacenado que inicia en el campo del cultivo (Aguilera, 1991).

Otra barrera física para los insectos, es el grosor del pericarpio del grano, la dureza proporcionada por el endospermo y granos del maíz contenidos bajos en carbohidratos, o en algunos aminoácidos esenciales, son otras características que contribuyen a la resistencia, reduciendo la susceptibilidad al daño de picudos y gorgojos (Evans, 1981).

México como probable origen del maíz, mantiene una gran diversidad genética, sin embargo, son escasos los estudios dirigidos a la búsqueda de materiales genéticamente resistentes de una manera programada y continua, y únicamente se han realizado estudios aislados que involucran a razas criollas, variedades y líneas de maíz para la búsqueda de resistencia de *S. zeamais*, *P.truncatus*, y *S. cerealela* (Vallacis, 1971; Betanzos, 1980; Salazar, 1984; Aguilera, 1987).

La dureza del grano y su estructura física, así como los contenidos de inhibidores enzimáticos, han formado parte de esas investigaciones, concluyendo que el grosor del pericarpio es un factor de resistencia a *S.zeamais* (Rodríguez, 1984) y que la presencia de un inhibidor de proteasa tiene efectos mortales sobre el desarrollo de larvas de *S.zeamais* y *P. truncatus* (García e Ibarra, 1989).

Control físico

Temperatura; El cambio o manipulación de la temperatura ya sea disminuyendo o aumentándola, se ha utilizado para controlar las plagas de granos almacenados lo anterior se basa en que el intervalo de temperatura en que se desarrollan los insectos se encuentra comprendido entre los 13 y 35°C y fuera de él los insectos generalmente mueren, sin embargo, este método no puede ser adoptado por los agricultores de escasos recursos (Fields, 1992).

Humedad

La mayoría de los insectos almacenados del grano no pueden vivir en el grano extremadamente seco (menos de 10 por ciento), no obstante es impráctico reducir la humedad del grano mucho debajo de los niveles mínimos de la humedad necesarios para el almacenamiento de larga duración (Chappell y Ames, 2000).

La actividad y la reproducción del insecto son favorecidas por la humedad alta del grano (14 por ciento o más), especialmente cuando ocurren la condensación y los moldes, y la fermentación levanta temperatura en la masa del grano. Tales desperdicios y calefacción interna permiten que los insectos sigan siendo activos incluso en invierno.

Control con insecticidas

La práctica más común de control de insectos es por medios químicos donde se han usado diferentes sustancias que de una manera u otra protegen al grano contra estas plagas (Kadoum y Lahue, 1974 ; Losoya *et al.*,1986).

El uso de productos químicos está limitado al uso posterior del grano, debido esto las prácticas más comunes han sido el empleo de insecticidas, principalmente organofosforados y a últimas fechas a utilización de los reguladores de crecimiento.

En México, varias investigaciones se han basado en ensayos de laboratorios, en donde se han evaluado insecticidas organofosforados y piretroides básicamente los estudios se han dirigido a encontrar las dosis óptimas de permetrinas sinergizadas (Aguilera, 1988 y Pérez, 1991).

Entomopatógenos

Son microorganismos parásitos que frecuentemente matan a su huésped. Debido a su tamaño diminuto y a su rápida reproducción dentro del huésped, los patógenos son más fáciles de producir masivamente que los parasitoides. Varios tipos de microorganismos han sido usados en el control biológico, como bacterias hongos y protozoarios, el control microbial se le considera como una subdivisión del control biológico (Rodríguez y Arredondo, 2007).

Hongos Entomopatógenos

La importancia que tienen los hongos entomopatógenos en la regulación de poblaciones de insectos, varios investigadores se han dedicado al estudio de estos: King y Humber (1986), mencionan a Agostino Bassi como el padre de la patología de insectos, el cual publicó en 1835 su gran trabajo sobre la muscardina, una enfermedad fungosa, del gusano de seda *Bombyx mori*. En este trabajo, Bassi determinó por primera vez en la historia, que un microbio podría ser causante de enfermedades en otros microorganismos.

De los 90 géneros de hongos entomopatógenos solo se encuentran en proceso de desarrollo 12 géneros, los cuales van enfocados al control de los principales grupos de insectos dañinos (Culicidae, Aphididae, Delphacidae, Cicadélidae, Cercopidae Aleyrodidae, Coccoidea, Thysanoptera, Coleóptera, (Roberts y Humber, 1984)

Cuadro 1. Géneros de hongos con posibilidades de uso en el control de insectos plaga (Roberts y Homber, 1984).

Género del hongo	Estado infectivo	Plaga que controla
<i>Coelomomyces</i>	Zoospora	Mosquitos
<i>Lagenidium</i>	Zoospora	Mosquitos
<i>Leptolegnia</i>	Zoospora	Mosquitos
<i>Aschersonia</i>	Conidia	Mosca blanca
<i>Conidiobuolus</i>	Conidia	Áfidos
<i>Entomophaga</i>	Conidia	Chapulines y gusanos
<i>Zoophthora</i>	Conidia	Áfidos, gusanos, escarabajos
<i>Beauveria</i>	Conidia	Escarabajo, gusanos, pulgas saltonas
<i>Culicinomyces</i>	Conidia	Mosquitos
<i>Hirsutella</i>	Conidia	Ácaros y pulgas saltonas
<i>Metarhizium</i>	Conidia	Pulgas saltonas, chinches apestosas
<i>Paecilomyces</i>	Conidia	Escarabajos y gusanos defoliadores
<i>Tolypoclamidium</i>	Conidia	Mosquitos
<i>Verticillium</i>	Conidia	Áfidos, thrips, y escamas
<i>Nomuraea</i>	Conidia	Larvas de lepidópteros

***Beauveria bassiana* (Vuill)**

De los hongos entomopatógenos *B. bassiana*, fue uno de los primeros en ser descritos desde 1935, denominándosele “muscardina blanca” en donde se encontró afectando al gusano de seda. Desde entonces es uno de los agentes de control biológico de insectos más importantes. Bálamo, en honor de Agostino Bassi de Lodi nombra a este hongo *Botyitis bassiana*, pero en 1912 Hoog, menciona a dos especies de *B.bassiana* y *B.brongniartii*(= Tenella) que afectan a diferentes grupos de insectos (Rosas, 2002). Las conidias de *B.bassiana* son, hialinas, de forma globosa a oval, los conidióforos solo o agrupados en masas irregulares, la temperatura para su desarrollo fluctúa entre 23 a 25 °

Ubicación taxonómica de *Bauveria bassiana* (Vuill)

Clasificación de la Muscardina Blanca según Alexopolus y Mins (1979), McCoy *et al.*, (1988) y Samson (1988) es la siguiente.

Reino.....Myceta

División.....Amastigomicotina

Subdivisión...Deuteromycotina

Clase.....Deuteromycetes

Subclase.....Hyphomycetes

Orden.....Moniliales

Familia.....Moniliaceae

Género.....*Beauveria*

Especie....*bassiana*

Características morfológicas

B. bassiana está definido como un hongo imperfecto, con hifas septadas y estructuras reproductivas llamadas conidióforos, donde se encuentran las conidias, el micelio ramifica para formar los conidióforos simples e irregulares que terminan en vértices en forma de racimos con la base globosa en forma de botella y un adelgazamiento en el área de inserción de las conidias las cuales miden de 2 a 3 μ , con esterigmas curvados e irregulares o dispuestos en zigzag de color blanco cremoso (Rosas, 1994; DGSV, 1999).

Modo de acción

El modo de acción de los hongos es variado ya que pueden infectar a los insectos por varias vías, a diferencia de las bacterias y virus, los hongos pueden infectar por ingestión, contacto (espiráculos y penetración directa), estos se encuentran infectando a diversas especies de insectos sin importar sus hábitos alimenticios (DGSV, 1999). La espora de un hongo al estar en contacto con el cuerpo de un insecto, emite un tubo germinativo, que penetra e invade los órganos del insecto. El hongo al desarrollarse libera toxinas las cuales afectan al insecto. El insecto muere por deficiencia de nutrientes, daño físico por invasión y liberación de toxinas y en varios días el micelio del hongo

brotan a través de las articulaciones con un aspecto blanco – algodonoso (Hernández y Berlanga, 1996; Basisav, 1997).

Etapas de infección.

Al desarrollarse la infección de los hongos entomopatógenos y específicamente para los Deuteromycetes, se divide en las siguientes etapas: I) Adición de la conidia al tegumento del insecto, II) Inicio de la germinación de las conidias sobre la cutícula, III) Comienza la penetración a través de la cutícula del insecto, IV) Invasión y multiplicación del hongo en la hemocela, V) Producción y liberación de toxinas, VI) Muerte del insecto, VII) Colonización total del hongo en el insecto, VIII) El micelio sale a través del cuerpo del insecto pasando a través del tegumento, IX) Esporulación, X) Diseminación. Es por ello que es primordial que se lleven a cabo las primeras tres etapas de infección; adhesión, germinación, y penetración los cuales son muy importantes en el proceso patogénico lo cual influye sobre la especificidad de patógeno-hospedero (Dela Rosa y López, 1998; Casamayor, 1998).

Espectro de acción

Espirocueta (1997) mencionó que *B. bassiana* es un hongo con amplio espectro de acción, que pueden atacar a los insectos en estado de huevecillo, larva, pupa e imago, ya que en estos estados son susceptibles a la micosis por *B. bassiana*, se puede utilizar en hortalizas, frutales y otros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de Toxicología, el cual se encuentra ubicado en el departamento de Parasitología, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio, en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Material biológico

La cría de estos insectos se inició a partir de una colonia madre, para esto en un frasco limpio, se colocó harina y se dejó durante 72 horas en refrigeración con la finalidad de eliminar organismos que pudieran estar en la harina nueva utilizada y ocasionar alguna interferencia con la cría. Transcurridas las 72 horas se colocó en la cámara bioclimática, durante 24 horas con el propósito de proporcionar condiciones favorables para el desarrollo de los insectos, posteriormente se incorporaron insectos adultos, provenientes de la colonia madre y se dejaron por un periodo de 24 hrs para su ovoposición, pasadas las 24 hrs los adultos se retiraron y se mantuvo la harina en observación hasta la emergencia de los nuevos adultos.

Método del bioensayo

Para realizar la evaluación del hongo entomopatógeno, se realizó una solución madre en 100 ml de agua y se agregó 1 gramo del producto (esporas) del

hongo *Beauveria bassiana* y a partir de esta se hicieron diluciones, para la dilución 5 se tomó 1 ml y se diluyó en 99 ml de agua, para las dosis restantes se hizo lo mismo tomando 1ml de la solución anterior hasta llegar a la dilución final. La concentración de conidias fue determinada con el apoyo de una cámara de Newbauer, una vez conociendo el número de estas, se determinó la concentración de conidias en las diluciones realizadas, las cuales fueron de 1×10^6 , 1×10^5 , 1×10^4 , 1×10^3 , 1×10^2 , 1×10^1 y el testigo.

Una vez obtenidas las diluciones (seis), se realizaron los bioensayos con tres repeticiones, utilizando la metodología descrita por Fatiha *et al.*, (2007) con ligeras modificaciones. En cada bioensayo se utilizaron 21 cajas de Petri. El método que se utilizó consistió en poner sobre una tela orgánica de 10x10 cm una muestra de 10 insectos y sumergirlos durante 5 segundos en las diluciones correspondientes. Posteriormente los insectos tratados se depositaron en su respectiva caja de Petri, la cual se selló, la caja contenía un papel filtro en el fondo con la finalidad de tener la humedad, las cajas se metieron en una cámara bioclimática para tener una temperatura constante y el hongo se desarrollará.

Una vez obtenidas las diluciones, estas se evaluaron solas y con la mezcla de diferentes productos como potenciadores (adherente, leche en polvo y ácidos húmicos), con la finalidad de observar si existe un incremento en su efectividad.

Preparación de las mezclas

Una vez determinada la efectividad del entomopatógeno solo, se realizó la mezcla de las mismas concentraciones evaluadas más los productos potenciadores (adherente, leche en polvo y ácidos húmicos), con el objetivo de evaluar si se incrementaba su eficiencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentajes de mortalidad de *Sitophilus zeamais* con *Beauveria bassiana* y la mezcla con diferentes potenciadores

En relación a la efectividad de *B. bassiana* sola, podemos observar (Figura 3) que durante los primeros 4 días no existe una mortalidad considerable. Siendo los mejores tratamientos las concentraciones de 1×10^4 y el de 1×10^6 con un 10% de mortalidad. Los tratamientos 1×10^1 y 1×10^3 no presentaron mortalidad. Así mismo, podemos mencionar, que a los siete días el mejor tratamiento fue el 1×10^6 con un 36 % de mortalidad, y el que presentó la menor mortalidad fue el tratamiento 1×10^1 con solo 3%. Finalmente a los 10 días, el mejor tratamiento fue 1×10^6 con un 66% de mortalidad y el más bajo fue el 1×10^1 con un 30%, con esto podemos mencionar, que el mejor tratamiento fue el 1×10^6 .

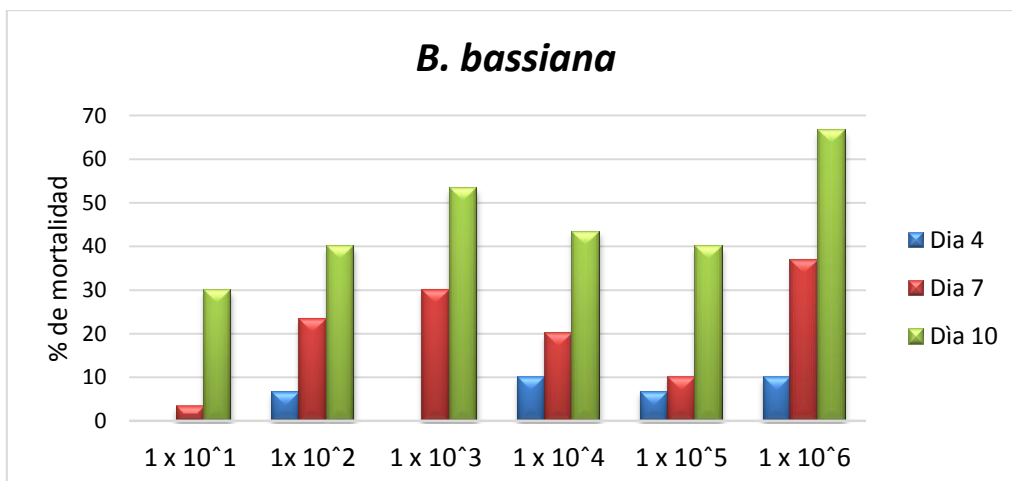


Figura 3. Porcentaje de mortalidad de *Sitophilus zeamais* con *Beauveria bassiana* a los 4, 7 y 10 días después del tratamiento.

Como se puede observar en la (figura 4) en donde es la mezcla de *B. bassiana* + leche en polvo a los cuatro días los mejores tratamientos fueron el $1 \times 10^{1,2,3,5}$ con un 6% de mortalidad y los tratamientos que presentaron una menor mortalidad fueron el de 1×10^4 y 6 solo con 3 % . Para el día 7 el mejor tratamiento fue 1×10^1 con un 23% de mortalidad, el que presento menor mortalidad fue el tratamiento 1×10^4 con solo 3%. Finalmente para los 10 días el tratamiento de 1×10^6 con un 33% presento la mayor mortalidad sobre *S. seamaiz* y el que obtuvo menor mortalidad fue el tratamiento de 1×10^4 con el 16 %.

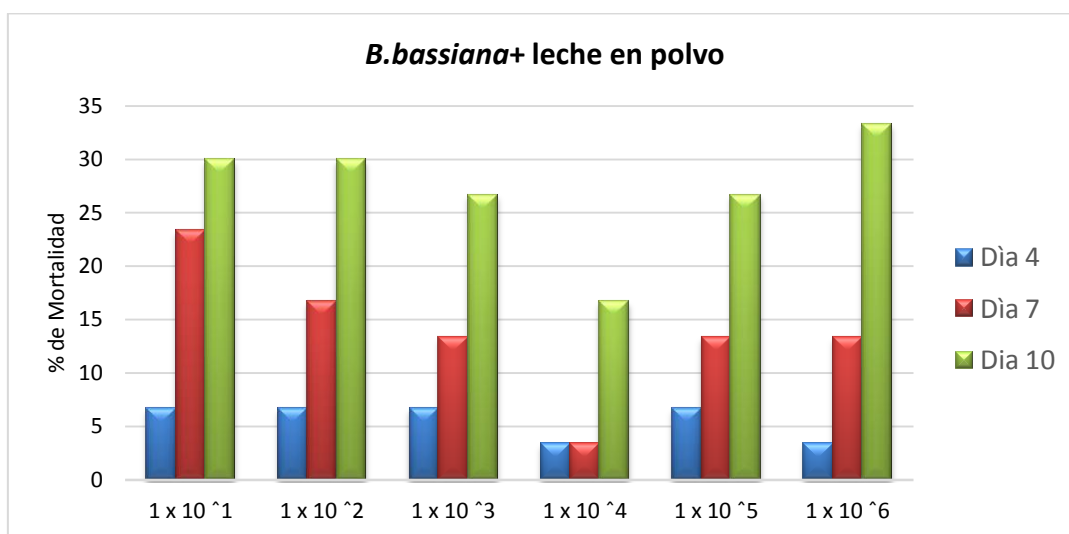


Figura 4. Porcentaje de mortalidad de *Sithophilus zeamais* con la mezcla de *Beauveria bassiana* mas leche en polvo utilizada como potenciador.

Como se observa en la (figura 5), la cual es la mezcla de *B. bassiana* + ácidos húmicos a los 4 días el mejor tratamiento fue el 1×10^4 con un 13% de

mortalidad y lo más bajos fueron el 1×10^1 , 2 , y 3 ya que solo tuvieron el 3% de mortalidad. A los 7 días el tratamiento 1×10^4 fue el mejor con un 46% y el más bajo fue el 1×10^2 con un 30% de mortalidad. Para los 10 días fue el tratamiento 1×10^6 el mejor con un 86% de mortalidad, por su parte el peor tratamiento fue el 1×10^1 con un 53%.

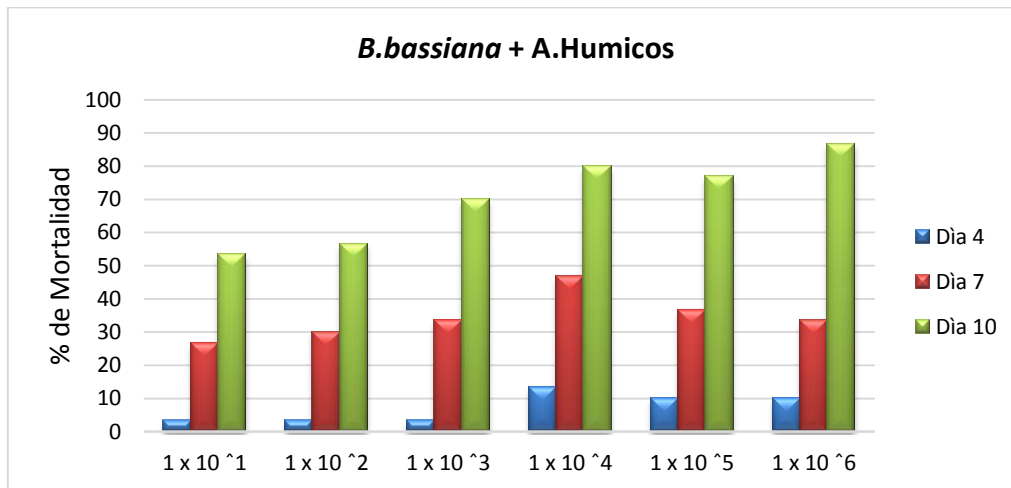


Figura 5. Porcentaje de mortalidad de *Sitophilus zeamais* con la mezcla de *Beauveria bassiana* mas ácidos húmicos utilizados como potenciador.

Como se puede observar (figura 6), la cual corresponde a la mezcla de *B. bassiana* + adherente, a los 4 días ningún tratamiento presento mortalidad, a los 7 días el mejor tratamiento fue el 1×10^4 y 5 con un 40% y el que presento menor mortalidad fue el 1×10^1 con un 3%. A los 10 días el mejor tratamiento fue el 1×10^5 con un 76% y el que más baja mortalidad ejerció sobre *S. seamaiz* fue el 1×10^1 con un 50%.

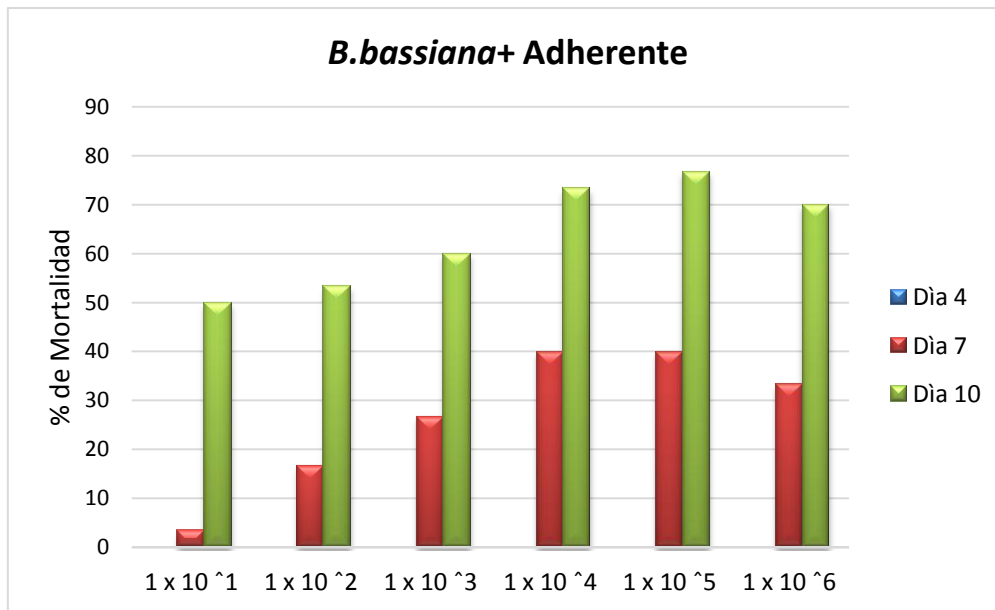


Figura 6. Porcentaje de mortalidad de *Sitophilus zeamais* con la mezcla de *Beauveria bassiana* mas adherente utilizado como potenciador.

Al realizar un Análisis de varianza (ANVA), por el método factorial podemos observar que existe una diferencia significativa entre los factores, los cuales son los tratamientos (Hongo solo y las mezclas con adherente, leche en polvo y ácidos húmicos), tratamiento-concentración, tratamientos-día, concentración (1×10^6 , 1×10^5 , 1×10^4 , 1×10^3 , 1×10^2 , 1×10^1) y día (4, 7 y 10 días).

CUADRO 2. Análisis de varianza de los Factores tratamiento, concentración y días de exposición de adultos de *Sitophilus zeamais* contra el hongo *Beauveria bassiana* y sus mezclas.

Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr >F
trat	3	3.10161769	1.03387256	70.8	<.0001
trat*conc	15	2.29571801	0.15304787	10.4	<.0001
trat*día	6	0.48699313	0.08116552	5.5	<.0001
conc	5	1.38310954	0.27662191	18.9	<.0001
conc*día	10	0.10875012	0.01087501	0.75	0.6812
día	2	6.25868184	3.12934092	214.4	<.0001
rep	2	0.03254487	0.01627243	1.11	0.3303

trat= Tratamientos (Hongo solo y las mezclas con adherente, leche en polvo y ácidos húmicos),
 conc= Concentración (1×10^6 , 1×10^5 , 1×10^4 , 1×10^3 , 1×10^2 , 1×10^1)
 día= 4, 7 y 10 días

Al realizar una comparación de medias por el método Tukey (P=0.05) como podemos observar (cuadro 3), en el factor de los tratamientos el que presento un mayor control fue el tratamiento de la mezcla de *B. bassiana* + 1 ml de adherente con un valor transformado de 0.48218, seguido del tratamiento de *B. bassiana* + A. húmicos con un valor de 0.33823, el tratamiento de *B. bassiana* sola fue el tercero con un valor de 0.23112 y por último fue el tratamiento de la mezcla de *B. bassiana* + leche en polvo el cual presento el valor de 0.16541.

CUADRO 3. Comparación de las medias de los tratamientos evaluados contra adultos de *Sitophilus zeamais* mediante el método de Tukey.

Tukey Agrupamiento	Media	N	tratamiento
A	0.48218	54	4
B	0.33823	54	3
C	0.23112	54	1
D	0.16541	54	2

De acuerdo a (Gallegos *et al.*, 2002; Camacho-Hernández *et al.*, 2008 y Rodríguez-Gómez *et al.*, 2008) una de las propiedades más importantes a considerar en el empleo de un hongo entomopatógeno es la posibilidad de potenciar su virulencia frente algún insecto blanco. Se ha reportado en algunos trabajos, cómo la virulencia de un aislamiento de un HEP cambia cuando es cultivado en diferentes tipos de sustratos y cuando se adiciona diferentes acondicionadores, por lo anterior en el presente trabajo se adicionaron mezclas para aumentar la virulencia del hongo, siendo el tratamiento con adherente el que mostro una mayor virulencia en relación al hongo solo, con esto podemos mencionar que se aumenta la acción del hongo al utilizar dicha mezcla.

Al realizar una comparación entre las concentraciones evaluadas por el método de Tukey ($P=0.05$), podemos observar (Cuadro 4) que la que presento un mayor control fue la concentración de 1×10^6 seguido de las otras concentraciones.

Según Rodríguez (2004), la concentración de *B. bassiana* que mostro mayor porcentaje de mortalidad y esporulación con un 60 y 80% respectivamente fue una concentración de 1×10^8 , y la que obtuvo un menor efecto fue la

concentración de 1×10^5 , sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo, la concentración que obtuvo mayor control sobre *S. zeamais* fue la de 1×10^6 con un 86.6% siendo un valor superior a lo reportado por este autor.

CUADRO 4. Comparación de las medias de las concentraciones evaluadas contra adultos de *Sitophilus zeamais* mediante el método de Tukey.

Tukey Agrupamiento	Media	N	concentración
A	0.43200	36	6
B A	0.37408	36	5
B C	0.30350	36	4
C	0.27417	36	2
D C	0.25548	36	3
D	0.18618	36	1

Al realizar una comparación de medias para comparar los días de exposición por el método Tukey ($P=0.05$), como podemos observar (cuadro 5) el que presento un máximo control fue el día 10, con un valor transformado de 0.52556, seguido del día 7 con un valor transformado de 0.27556 y por último fue el día 4 que obtuvo un valor transformado en la media de 0.11158.

De acuerdo a Vidal *et al.* (1997) y Yeo *et al.* (2003). El crecimiento de *B. bassiana* empieza a los 3 días, mostrando diferencias en su desarrollo al paso de más días hasta los 12 días, ya que los hongos entomopatógenos ejercen mayor acción después de los primeros tres días.

CUADRO 5. Comparación de las medias de los días de exposición evaluados contra adultos de *Sitophilus zeamais* mediante el método de Tukey.

Tukey Agrupamiento	Media	N	día
A	0.52556	72	10
B	0.27556	72	7
C	0.11158	72	4

CONCLUSION

De acuerdo a los resultados de esta investigación se concluye que:

- El hongo *Beauveria bassiana* ejerce un buen control sobre *S. seamaiz*,
- El mayor control lo ejerce a una concentraciones de 1×10^6 , alcanzando un 86.6% de mortalidad,
- La mezcla con ácidos húmicos potencializo la virulencia del hongo al alcanzar una mayor mortalidad, en comparación con el hongo solo,
- La mayor mortalidad se presentó a los 10 días,
- Por lo anterior podemos mencionar que las mezclas de hongos con ácidos húmicos es una buena opción de control al incrementar la virulencia del hongo.

LITERATURA CITADA

- Aguilera, P; M. M. 1991. Validación de polvos vegetales y minerales para el combate de *Sitophilus zeamais*. En el sur y sureste de México. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 138p.
- Aguilera, P.M . 1988. Entomofauna del maíz almacenado en bodegas rurales del estado de Guanajuato. Resumen del XXII Congreso Nacional de Entomología. Morelia, Michoacán. Sociedad de Entomología. 333p.
- Arias, V. C .J. 1985 Programa de prevención de pérdidas de alimentos en poscosecha
- Ariza, F .R. Y M.cortez R. 1992. Uso de carbono como alternativa de control de *Tribolium Castaneum* H (Coleoptera: Tenebrionidae) en trigo almacenado. En Memorias de XXVII Congreso Nacional de Entomología. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, SLP, México. 445p.
- Ariza, F. R. Y M. Cortez R. 1992. Dinámica de las poblaciones de insectos de maíz almacenado por el productor en localidades del estado de Guerrero. En resumen de XXIV Congreso Nacional de Entomología. Oaxtepec, Morelos. 25-42p.

- Basivav, 1997. Insecticida biológico granulado. INISAV. La Habana Cuba.
Boletín técnico .2 p.
- Berlanga, P. A. M^a. 1997. Aislamiento, identificación y conservación de hongos entomopatógenos. Memoria del curso II Curso Taller de Producción de Agentes de Control Biológico. Tecoman, Colima. Pp. 18-30.
- Betansos, M. E. 1980. Selección de variedades de maíz de alta calidad protéica por resistencia al picudo del maíz *S. zeamais* Motsch. I . Correlación entre características de granos indicadores de resistencia. Agro. Tec. Mexicana. 45-46p.
- Borror, D . J ; De Long, D, and Triplehorn, C. A. 1981. An introduction to the study of insect. 5th. Eb Philadelphia, PA USA. 827 P.
- Burkholder, W. E. 1985.Pheromones for monitoring and control of stored – product insects. Annual Review of Entomology 30: 257-272. California. USA.
- Casamayor, A. 1998. Control Microbiológico de las Plagas. Instituto Albert
- CB-03, 1999.Ficha técnica. Uso de *Beauveria bassiana* como Insecticida Microbial. Dirección General de Sanidad Vegetal CNRCB y CNRF, SAGAR México.

Champ, B. R y C.E.Dyte. Informe de la prospección mundial de la FAO Sobre susceptibilidad a los insecticidas de las plagas de granos almacenados. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma, Italia. 336p.

Chappell, G.N., D. H. Ames, S. McNeill. 2000. Seeds and Stored Grains PART V. Virginia Cooperative Extension Agronomy Handbook. p. 59-67.

De Bach P. 1985. Control Biológico de las plagas de Insectos y Malas Hierbas. 12ª Impresión. México, 949p.

DGSV,1999. Uso de *Beauveria Bassiana* como insecticida microbial. Dirección General de Sanidad Vegetal. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico y Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha Técnica .CB-03.

De la Rosa, R. W. y M. M^a . López.1998. Producción de unidades inefectivas de *Bauveria bassiana* (Moniliales: Moniliaceae) en medios líquidos y determinación de parámetros de control de calidad de productos biológicos. Memoria XXI. Congreso Nacional de Control Biológico. Tapachula, Chiapas. Pp. 244-246.

Domínguez, García, Tejero F. 1989. Plagas y Enfermedades de las Plantas Cultivadas y Granos Almacenados.

- Evans, D. E. 1991. Biological control of stored grain pests Proc. Aust. Dev. Asst Course of Preservation of Stores cereals. 572-584p. Fatiha, L.; A, Shaukat.; R, Shunxiang.; A, Muhammad. 2007. Biological characteristics and pathogenicity of *Verticillium lecanii* against *Bemisia tabaci* (HOMOPTERA: Aleyrodidae) on eggplant. Pakistan Entomology. 29 (2).
- Fatiha, L.; A, Shaukat.; R, Shunxiang.; A, Muhammad. 2007. Biological characteristics and pathogenicity of *Verticillium lecanii* against *Bemisia tabaci* (HOMOPTERA: Aleyrodidae) on eggplant. Pakistan Entomology. 29 (2).
- Flores, V.M. 1997. Distribución de los insectos de almacén en México. En memorias del V Simposio Nacional de Parasitología Agrícola. México. P141-166.
- Gallegos G, Huitrón C, Guerrero E, Porfirio R, Cepeda M. 2002. Producción de blastosporas de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill en medios de cultivo líquidos para el control del picudo de la yema del manzano. En: Resultados de Proyectos de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah.
- García, R.I. 1992. Susceptibilidad de *Sitophilus zeamais* Mutsch (Coleóptera: Curculionidae) a insecticidas de diferentes grupos toxicológicos de 3

áreas de Veracruz. Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias y Cultura A.C. Saltillo Coahuila, México. 80 p.

García, F. L .M y J.Ibarra. Efecto de un inhibidor de proteasas aislados de granos de maíz, sobre *S. zeamais* (Coleóptera:Curculionidae) y *P. truncatus*(Coleóptera:Curculionidae). Memorias del XXIV Congreso Nacional de Entomología. Oaxtepec, Morelos, México. 210-211p.

Gutiérrez, D.L.J Y Pérez M.J. 1993. Insectos de granos almacenados: Biología, Hábitos. Ed. Instituto Nacional de Investigación Forestales y Agropecuarias Celaya, Guanajuato, México. 324p.

Gutiérrez, D. L . J. 1992. Perdida por manejo en maíz durante la cosecha y su relación con la dispersión de las plagas de poscosecha. Informe técnico, campo experimental, CIR. CENTRO, SARH-INIFAP Pp. 13-17.

Gutiérrez, D . L . J . Gumes, G . M. J .1991. Manejo poscosecha de maíz del estado de Morelos.

Lagunes, T. A. 1982. Notas del curso de Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 120 p.

McCoy, R. A. Samsom y D. G. Boucias.1998. Entomopatogenus fungi. In: CRC Handbook of natural pesticides. V Microbial Insecticides. Part a

entomopathogenus protozoa and fungi C. Ignoffo (Ed). Ed. CRC, Press.
Inc. Boca Raton, Fl. Pp. 151-236.

Moreno, M. E . (s/f). El papel de los hongos de almacén en la conservación de
granos y semillas

Pérez M. J. T A. Lagunes Monitoreo de la resistencia a insecticidas en
poblaciones de picudo *S. zeamais* (Coleoptera: curculionidae) en varias
localidades de la República Mexicana. Memorias del XXIV Congreso
Nacional de Entomología. Oaxtepec, Morelos 159-172p.

Pérez M. J. 1993. Insectos de granos almacenados, biología, hábitos. Ed.
Instituto Nacional de Investigación Forestales y Agropecuarias. Celaya,
Guanajuato. Ed. INIFAP. México. 324p.

Ramírez, G. M. Almacenamiento y conservación de granos y semillas CECSA
México. D.F 300p.

Rodríguez, M., M. Gerding, y A. France. 2006. Selección de aislamientos de
hongos entomopatógenos para el control de huevos de la polilla del
tomate, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). Agric. Téc.
(Chile) 66:151-158.

SAGARPA.2001.Secretaria de Agricultura, Ganaderia y Desarrollo Rural,
Dirección General de Sanidad Vegetal. Instituto de Fitosanidad. Colegio
de Postgraduados.Curso de Efectividad Biológica de plaguicidas. 5p

Sansom, R . A. 1988. Identification: Entomopathogenic Deuteromycetes.
Academic Press. Cap. 6. Pp. 194-222.

Schwartz, F. H Y F. Galvez G. 1980. Problemas de la producción de frijol
enfermedades, insectos, limitaciones edafológicas y climáticas de
Phaseolus vulgaris: Programa de frijol. CIAT. Cali Colombia 365-397 p.

Thomson, J. R. 1979.Introducción a la tecnología de semillas. Editorial Acribia.
Zaragoza, España. P.30.

Valenzuela, L. E. 1987. Microorganismos entomopatógenos. Su
aprovechamiento en el control de plagas. U.A.Ch. Dirección General de
Patronato Universitario. Chapingo, Estado de México. 199 p.

Vázquez, B. M. E. 2000. Apuntes del curso de almacén de semillas (Tec505).
Maestría en Tecnología de Semillas. UAAAN. 20p.