

**Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Centro de Investigaciones Agropecuarias**

TRABAJO DE DIPLOMA



Efecto de polvos vegetales sobre el gorgojo pinto del frijol *Zabrotes subfasciatus* Bohemann (Coleoptera; Bruchidae).

Autora: Analay Carballal Saura

Tutor: M.Sc. Roberto Valdés Herrera

Cotutor: Dr.C. Edilberto Pozo Velázquez

2008

“AÑO 50 DE LA REVOLUCIÓN”

Pensamiento



“Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano.”

Isaac Newton.

Agradecimientos

Agradecimientos

A Dios todo poderoso por permitirme llegar hasta aquí.

A mi mamá: Por su desvelo, dedicación y apoyo en todo momento.

A mi papá a quien siempre tendré presente.

A mi novio, por su amor y cariño que hemos compartido.

A mi familia y amistades: Porque siempre me han ayudado cuando lo he necesitado.

A mi tutor, MSc. Roberto Valdés Herrera, cuya ayuda y colaboración fue determinante en la realización de este trabajo.

A mi cotutor Doctor en Ciencias Edilberto Pozo Velázquez.

A Marlen Cárdenas por su ayuda desinteresada.

A Yoelsy y Yasser por todas las molestias que me permitieron ocasionarles.

A mis inolvidables compañeros de todo este tiempo de estudio.

A profesores por transmitirme sus conocimientos.

A los trabajadores del CIAP.

A ellos mi infinita gratitud.

Muchas Gracias.

Dedicatoria



Quiero dedicar esta tesis a alguien a quien siempre quise con toda mi fuerza, que estuvo al tanto de mi niñez y parte de mi adolescencia y a quien siempre anhele tener conmigo hasta el fin de mis días.

*A mí querida abuelita Tina.
Siempre estarás en mi corazón.*

Resumen



RESUMEN

Las investigaciones se llevaron a cabo en el laboratorio de Patología de Insectos del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), de la Universidad Central de Las Villas, entre los meses de noviembre del 2007 a julio del 2008. Se desarrolló una investigación con el objetivo de determinar el efecto de varios polvos vegetales sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera; Bruchidae). Las plantas empleadas fueron apasote (*Chenopodium ambrosioides* L.), caisimón de anís (*Piper auritum* Kunth), hierba buena (*Mentha sativa* L.), limón (*Citrus limon* (L.) Burm), nim (*Azadirachta indica* Juss.) y paraíso (*Melia azedarach* L.). Se evaluó el efecto de los polvos obtenidos del molinaje de las plantas, sobre adultos del insecto y en granos sanos mezclados con infestados. Además fue analizada la influencia que tiene la intensidad luminosa a la que se desarrolla la planta y la técnica de secado de las mismas, sobre el desarrollo del insecto; así como el efecto del caisimón sobre la germinación, longitud del tallo y de la raíz del frijol. El tratamiento con polvos de caisimón de anís al 3% y al 1%, fue el de mejor efecto sobre *Z. subfasciatus* al inhibir las ovoposiciones de las hembras; en este tratamiento no emergieron insectos de semillas infestadas con huevos. En paraíso y nim los insectos que emergieron de las semillas infestadas ovopositaron 91.4 y 82.6 huevos respectivamente. La intensidad luminosa a la que crecen las plantas y la técnica de secado a emplear, influyeron sobre la ovoposición de *Z. subfasciatus*. Los polvos del caisimón que crece al sol y fueron secados al sol y a la sombra controlaron a *Z. subfasciatus*. Con los polvos del caisimón que crece a la sombra la merma de los granos fue superior al 7 % del peso inicial. Los polvos de caisimón no afectaron la germinación de las semillas de frijol y no influyeron sobre la longitud del tallo y de la raíz de la plántula.

Índice



Índice

1. INTRODUCCIÓN -----	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA -----	3
2.1. <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	3
2.1.1. Sistemática y características botánicas.....	3
2.1.2. Origen y diversidad	3
2.1.3. Importancia y distribución	4
2.1.4. Pérdidas post-cosecha provocadas por plagas insectiles	4
2.2. GENERALIDADES SOBRE <i>Z. subfasciatus</i>	5
2.2.1. Características biológicas de <i>Z. subfasciatus</i>	6
2.2.2. Medios de control	8
2.3. ALELOPATIA. BREVE RESEÑA.....	8
2.3.1. Modo de liberación de las sustancias alelopáticas.....	9
2.3.2. Algunos factores que influyen en el fenómeno alelopático	9
2.3.3. Principales aplicaciones de la alelopatía en la agricultura	10
2.3.3.1. Efecto insecticida-----	10
2.4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE LAS PLANTAS.....	11
2.4.1. Apasote (<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.)	11
2.4.2. Caisimón de anís (<i>Piper auritum</i> Kunth)	12
2.4.3. Hierba buena (<i>Mentha sativa</i> L.)	12
2.4.4. Limón (<i>Citrus limon</i> (L.) Burm)	13
2.4.5. Nim (<i>Azadirachta indica</i> Juss.)	14
2.4.6. Paraíso (<i>Melia azedarach</i> L.)	15
3. MATERIALES Y METODOS -----	16
3.1. Efecto de polvos vegetales sobre <i>Z. subfasciatus</i>	17
a) Experimento sobre adultos de <i>Z. subfasciatus</i> -----	17
b) Experimento en granos sanos mezclados con infestados	18
3.2. Influencia de la técnica de secado de plantas que crecen en diferentes intensidades luminosas, sobre el desarrollo de <i>Z. subfasciatus</i>	18
3.3. Efecto del polvo de caisimón de anís sobre la germinación del frijol.....	19
3.4. Análisis estadístico	19
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	20
4. 1. Efecto de los polvos vegetales sobre el gorgojo pinto del frijol	20
a) Experimento sobre insectos adultos	20
b) Efecto de polvos vegetales en semillas sanas mezcladas con infestadas	23
4.2. Repercusión de la técnica de secado de plantas y de la intensidad luminosa en que crecen, sobre el desarrollo de <i>Z. subfasciatus</i>	24
4.3. Consecuencia del polvo de caisimón de anís sobre la germinación del frijol.....	27
5. CONCLUSIONES. -----	30
6. RECOMENDACIONES. -----	31
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. -----	32

Introducción



1. INTRODUCCIÓN

Las pérdidas que ocasionan las plagas en granos almacenados es uno de los problemas que enfrenta el agricultor en el período post-cosecha. Este problema es importante en los países en vías de desarrollo, donde los productores a pequeña escala, ven mermadas sus cosechas almacenadas a causa de roedores, insectos, hongos y bacterias (Larraín, 1994).

El número de insectos que afectan los granos almacenados sobrepasa las 60 especies (Rodríguez y Ripa, 1998) y provocan pérdidas cuantiosas a nivel mundial. Maes (2005) refiere que en estudios realizados en Centroamérica, el 70% de las pérdidas en granos almacenados es causado por las plagas insectiles. Los efectos principales del ataque de insectos a los granos en post-cosecha son la pérdida de peso (encubierta a veces por los cambios del contenido de humedad), disminución del poder germinativo (por el daño al embrión) y pérdidas en valor nutritivo, sabor y olor de las semillas (FONAIAP, 1988).

Dentro de las plagas responsables de las cuantiosas pérdidas ocasionadas en los granos almacenados se incluye *Zabrotes subfasciatus* Bohemann (Coleoptera; Bruquidae) (Ferreira 1960, Gallo *et al.*, 1988, citados por Mazzoneto y Vendramim, 2002). Este insecto es una plaga primaria de gran importancia económica en las zonas productoras de frijol de las regiones tropicales y subtropicales de América Latina, donde predomina sobre *Acanthoscelides obtectus* Say (FAO, 2005).

Una de las características del daño que produce *Z. subfasciatus* es al ovopositar sobre la testa de las semillas que van a ser almacenadas, posteriormente desarrolla su estado larval dentro del grano, barrenando el mismo, lo que dificulta el control de este insecto (Bruner *et al.*, 1975; King y Saunders, 1984; Maes, 2005).

Actualmente esta plaga se controla de manera convencional con la utilización de Phosphamina, aunque solo se eliminan los adultos. No obstante, desde hace algunos años, se ha constatado que el producto hace menos efecto, debido a la insecto-resistencia (Maes, 2005). Por esto es importante la búsqueda de nuevas soluciones a este problema, lo que ha sumado los extractos de plantas, como una opción para controlar estas plagas.

Algunas sustancias naturales provocan en los insectos inhibición de la alimentación, crecimiento y ovoposición o tienen un efecto de repelencia en los mismos (Rodríguez, 2000). El uso más sencillo de estos residuos es la mezcla física de los polvos secos de las plantas con el grano; lo que ha permitido que se hayan evaluado grandes cantidades de polvos de origen vegetal, para el control de estos insectos en países como Brasil, México y Chile (Weaver & Subramanyan, 2000).

Debido a la necesidad de una búsqueda a soluciones ecológicas para el control de esta plaga en Cuba y a la necesidad de controlar por vías no convencionales la misma se traza la hipótesis de que con el empleo de plantas que crecen en diferentes intensidades luminosas y el uso de diversas técnicas de secado se obtendrán diferentes polvos vegetales que permitan establecer el control y no reproducción de *Zabrotes subfasciatus* Bohemann.

Para cumplimentar la hipótesis se trazó el siguiente objetivo general:

- Determinar el efecto de varios polvos vegetales sobre *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) (Coleoptera; Bruchidae).

De este objetivo general se derivan los siguientes objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto de polvos vegetales de apasote, caisimón de anís, hierba buena, limón, nim y paraíso sobre *Z. subfasciatus*.
2. Analizar la influencia de la intensidad luminosa a la cual crecen las plantas y de la técnica de secado de las mismas, sobre el desarrollo de *Z. subfasciatus*.
3. Evaluar el efecto de los polvos vegetales de mejores resultados, en la germinación de *Phaseolus vulgaris* L.

Revisión Bibliográfica

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Phaseolus vulgaris* L.

2.1.1. Sistemática y características botánicas

Phaseolus vulgaris L. es una planta que ubica taxonómicamente en el orden *Fabales*, familia *Fabaceae* (Cronquist, 1988). Dentro de las plantas de la especie no existen barreras genéticas que impidan el cruzamiento entre el ancestro silvestre y su respectivo descendiente cultivado. Ambos "pool" de genes (119), silvestre y cultivado, difieren poco, diferencia enmarcada generalmente en los genes que se relacionan con la morfología de la planta (Debouck, 1991 y Mora, 1997; McClean *et al.*, 2004).

El frijol es una planta herbácea, anual, con un ciclo vegetativo de 90-100 días aproximadamente. El tamaño y hábito de crecimiento de la misma es variable ya que hay variedades que son de guías largas o trepadoras, y otras tienen forma de arbusto pequeño (Socorro y Martín, 1989). Las flores son vistosas, hermafroditas, por lo general zigomorfas (UNNE, 2005; UNEX, 2005).

El fruto generalmente es seco y dehiscente (legumbre). Las semillas presentan un *hilum* especializado y complejo, pueden tener varias formas y ser de un solo color o poseer varios colores (Socorro y Martín, 1989; UNEX, 2005).

2.1.2. Origen y diversidad

El frijol es uno de los cultivos más antiguos, conocido por lo menos 5000 años antes de la era cristiana. A finales del siglo pasado e inicios del presente se aceptó que el origen del género *Phaseolus* es americano; aunque anteriormente se había sugerido como centro de origen al continente asiático (Kaplan y Kaplan, 1988; Gepts y Debouck, 1991; Mora, 1997; Beebe *et al.*, 2003; Šustar-Vozlič *et al.*, 2006).

El frijol, término más difundido con el que se le conoce, también es conocido como fréjol, feijão, alubia, judías, entre otros (Gepts y Debouck, 1991). Actualmente existen diversas variedades comerciales sin embargo, MINAGRI (2005) refiere que en Cuba las más cultivadas son ICA Pijao, BAT-482, Velazco largo, entre otras.

2.1.3. Importancia y distribución

El frijol común (*P. vulgaris*) es la leguminosa más importante destinada para el consumo humano en el ámbito mundial, siendo América Latina el principal productor y consumidor. No obstante esta planta se cultiva en varios países euroasiáticos y en los países del continente africano. El frijol es un alimento tradicional muy significativo para los estratos de mejores ingresos, ya que constituye una fuente primordial de proteínas y calorías de bajo costo (Voysset *et al* 1991; Pachico, 1994; Grolleaud, 1997; Mora, 1997).

McClellan *et al.* (2004) refieren que este grano representa el 50 % de los granos que se consumen en el mundo de esta familia. Para los pueblos de América Latina y África, es la principal fuente de proteínas dentro de la dieta de la mayoría de sus pobladores.

2.1.4. Pérdidas post-cosecha provocadas por plagas insectiles

Grolleaud (1997) refiere que el frijol es más difícil de cosechar y de conservar que los cereales; esto se debe a que en el momento de la maduración algunas vainas se abren o rompen dejando caer los granos al suelo. Este cultivo es muy vulnerable al ataque de insectos, en particular de los insectos que ponen sus huevos sobre las vainas de la planta o directamente sobre los granos que se encuentren descubiertos (gorgojos).

Son varias las especies de insectos que atacan el grano almacenado, sin embargo muchas de ellas provienen de otros productos que se encuentran en la misma bodega como maíz, sorgo y arroz, por lo que en general no alcanzan a producir pérdidas importantes al grano de frijol (Schoonhoven *et al.*, 1988).

Los gorgojos más importantes en el período post-cosecha son *Acanthoscelides obtectus* Say; *Callosobruchus maculatus* F. y *Zabrotes subfasciatus* Bohemann. (Hogue, 1993; COSUDE, 2004 y FAO, 2005). No obstante, *Z. subfasciatus* es considerada la plaga más importante y severa que afecta los frijoles almacenados en América Central (Alexandre, 2001; COSUDE, 2004; FAO, 2006). Las pérdidas económicas causadas por ataques de estos insectos al frijol

almacenado son considerables en todos los países del mundo, aunque en los países en desarrollo estas pérdidas son superiores al 13% por carecer de una infraestructura de almacenamiento adecuada (Schoonhoven *et al.*, 1988; Cardona y Kornegay, 1999).

El riesgo de ataque por estos brúchidos es considerado la razón principal para no almacenar el grano por elevados períodos de tiempo (Schoonhoven, 1976). El almacenamiento en lugares no adecuados, hasta por 6 meses, conlleva al deterioro del grano (pérdidas del 40 % en el peso de las semillas y el 80 % del total de las semillas) lo cual lo cataloga como no apto para el consumo humano o animal (Cardona, 1994).

Los daños causados por estos insectos se pueden clasificar en daños por cantidad (números de semillas dañadas) y daños por calidad (granos contaminados de excrementos o de cuerpos de los mismos insectos) (Schoonhoven *et al.*, 1988).

2.2. GENERALIDADES SOBRE *Z. subfasciatus*

Z. subfasciatus, comúnmente conocido como gorgojo pinto del frijol, es la plaga más importante del frijol almacenado en las regiones tropicales (Schoonhoven, 1976 y Schoonhoven *et al.*, 1988). Se encuentra en altitudes inferiores a los 1000 m.s.n.m. y las hembras pegan sus huevos a la testa de la semilla. Este insecto ha sido propagado a muchos países de Europa por medio de frijoles infestados, donde ha ampliado su registro de hospedante (Meik y Dobie, 1986) atacando únicamente semilla almacenada, lo cual lo diferencia de *A. obtectus* (Schoonhoven, 1976; Schoonhoven *et al.* 1988; Serrano *et al.* 1983).

Zabrotes subfasciatus Bohemann pertenece al orden *Coleoptera*, familia *Bruchidae* (Tribelli y Velázquez, 1985; Herford, 1935 citado por OIRSA, 2005). Es un gorgojo originario de las regiones tropicales y subtropicales de América Central y del Sur, donde tiene como hospedante a plantas silvestres del género *Phaseolus* (Bonet *et al.*, 1987). Bruner *et al.* (1975), afirman que *Z. subfasciatus* llegó a Cuba procedente de México en granos de frijoles infectados.

Este insecto no se considera una plaga de importancia económica en el campo debido a que necesita semillas de frijol descubiertas para ovopositar porque cuando los huevos son puestos sobre las vainas, las larvas emergen pero mueren

rápidamente al no penetrar en el interior de la semilla. La verdadera importancia del insecto se encuentra en los granos almacenados de frijol común (*P. vulgaris*), frijol lima (*P. lunatus*), soya (*Glycine max* L.) y de algunos cereales almacenados, donde se desarrollan y se encuentran protegidos de los enemigos naturales (INTA, 2006).

Carvalho y Rossetto (1968) refieren que *Z. subfasciatus* tiene poca capacidad de dispersión y ataca exclusivamente frijoles almacenados. No obstante la especie ha sido propagada a muchos países de Europa por medio de granos infestados, donde tiene ocasionalmente ampliado su registro de hospederos, convirtiéndose en una plaga seria de otras leguminosas (Meik y Dobie, 1986).

Según Johnson (1970) aproximadamente el 84 % de las plantas hospedantes conocidas de *Z. subfasciatus* son leguminosas, el porcentaje restante se encuentra en plantas de la familia *Palmae*, *Convolvulaceae*, *Malvaceae*, entre otras. De acuerdo con Hopkins (1983) citado por Alexandre (2001), el patrón típico es que una especie de brúquido ataque solo a una especie hospedante.

Z. subfasciatus es considerado el menor brúquido que infecta los granos almacenados debido a que solamente mide de 2 a 3 mm de longitud. Esta especie infecta los granos almacenados de leguminosas si no existen factores climáticos limitantes (Ferreira, 1960; King y Saunders, 1984; FAO, 2006). Todo el estado larval del insecto ocurre dentro de un único grano y por tanto este es la única forma de alimentación (Credland y Dendy, 1992).

Labeyrie (1981), Credland y Dendy (1992) refieren que las hembras pueden depositar los huevos en las semillas almacenadas o atacar las semillas de vainas de leguminosas parcialmente dehiscentes o que se encuentren dañadas por insectos fitófagos. Al contrario de muchos brúquidos, las hembras no fijan los huevos en las vainas ellas necesitan estar en contacto con las semillas para poder ovopositar (Pimbert y Pierre, 1983; King y Saunders, 1984).

2.2.1. Características biológicas de *Z. subfasciatus*

INTA (2006) refiere que la especie presenta dimorfismo sexual, siendo las hembras más grandes que los machos (Figura 1). La hembra pone y adhiere fuertemente los huevos en la superficie del grano en grupos de 2, 3, 4 o más huevos y protegiéndolos individualmente con una sustancia excretada a la hora de la puesta que lo fija

firmemente al frijol. El huevo parece vulnerable al daño físico pero esto es insignificante debido a que las larvas eclosionan rápidamente (Southgate, 1979; King y Saunders, 1984; Taitella *et al.*, 2003).



Figura 1. Diformismo sexual de *Z. subfasciatus* (Macho a la izquierda) (Cortesía CIAT)

Después de la eclosión, las larvas penetran directamente en el grano, sin salir al exterior, donde se desarrollan hasta formar un orificio de salida en la cutícula del grano. Los adultos al emerger no necesitan alimentarse para reproducirse por lo que la hembra determina la cantidad de recursos disponibles para cada uno de sus descendientes, aunque pueden alimentarse del néctar de las flores (Dendy y Credland, 1991).

El número promedio de huevos por grano es de $1,94 \pm 1,17$, variando desde 1 hasta 10 huevos, con el 96,3% de los granos conteniendo de 1 a 5 huevos. La fecundidad media de *Z. subfasciatus* es de $38,13 \pm 9,63$ huevos por hembra (Taitella *et al.*, 2003); aunque Moya (2006) refiere que el promedio de huevos ovopositados por una hembra, a temperatura ambiente, es de 36 huevos.

La larva es blanca con la cabeza de color pardo, pasa por cuatro instares larvales y forma cavidades dentro del grano, donde pasará al estado de pupa (Zacher, 1930; Steffan, 1946; citados por Rodríguez, 2000). La larva, antes de transformarse en pupa preparan el agujero por donde emergerá el adulto, las pupas son blancas e inmóviles (COSUDE, 2005; Maes, 2005).

El adulto es de cuerpo ovoide con excepción de la base de las antenas y ápice de los tarsos. La hembra es de color negro con cuatro manchas de color cremoso en los élitros. El protórax es casi semicircular, redondeado en el frente. El fémur posterior carece de dientes y en el extremo apical de la tibia tiene dos espinas. El macho es de

color pardo y su tamaño es menor al de la hembra. El adulto mide 1.8 a 2.5 mm de largo (OIRSA, 2005).

Pajni y Jabbal (1986) y Taitella *et al.* (2003) refieren que la longevidad de los adultos es de 9.4 ± 1.54 días para las hembras y 13.3 ± 2.51 días para los machos; su ciclo evolutivo es de 28.9 ± 8.5 días aunque puede variar si los adultos se alimentan. Según Alexandre (2001) el tiempo de vida medio del adulto es de 13.8 días para el macho y 10.9 para la hembra en condiciones de laboratorio, donde el ciclo completo es de 26 días. Si la temperatura disminuye, el período para su desarrollo se alarga (a 20° C dura 100 días). Resisten una temperatura máxima de 37.5° C y una mínima ligeramente inferior a 20° C (Tribelli y Velázquez, 1985).

2.2.2. Medios de control

Son muchas las medidas utilizadas para controlar las plagas de los granos almacenados. Algunas de estas medidas son: la utilización de locales de almacenamiento adecuados, la limpieza periódica de los mismos, el almacenaje del producto de manera que facilite los muestreos, la inspección periódica y como medida correctiva, el uso de insecticidas, ampliamente utilizados en el control de estas plagas (CENIAP, 1988).

La medida de control más empleada es la aplicación de insecticidas, utilizando para ello los piretroides y los organofosforados; que son insecticidas muy eficaces en estas condiciones (CENIAP, 1988; Schwartz *et al.*, 1993; ATSDR, 2003 y Cuba, 2006). En los últimos años se han comenzado a utilizar medios de control biológicos como la aplicación de (*Beauveria bassiana* (Bals.) Vull.) y residuos de plantas que presenten olores fuertes y penetrantes, las que tienen efectos alelopáticos sobre los adultos del insecto (Rodríguez y López, 2001; CENTA, 2005).

Cuba (2006) refiere que pueden utilizarse como alternativas naturales para el control de este insecto, polvo o ramas picadas de albahaca, ajo, apio, eucalipto, pimienta y sazafrán.

2.3. ALELOPATIA. BREVE RESEÑA

Putnam (1988) refiere que el estudio de las capacidades alelopáticas se ha convertido en una práctica común con sólidos fundamentos científicos. Actualmente se ha investigado que no solo por la competencia existente entre las plantas, sino

también por la acción alelopática que ejercen entre ellas, muchas malezas como *Sorghum halepense* (L.) Pers. y *Cynodon dactylon* L. afectan la germinación y el desarrollo de muchas plantas cultivables, como Tomate, Frijol, Cebolla, Maíz y Trigo (Pereira y Braga, 1990; Contrera, 1991).

2.3.1. Modo de liberación de las sustancias alelopáticas

Harborne (1999) y Sampietro (2003) coinciden en que los aleloquímicos sintetizados y almacenados en células de las plantas son liberados al entorno en respuesta al estrés que se le imponga. La forma en que se libera un compuesto alelopático depende de su naturaleza química del mismo, existiendo cuatro formas fundamentales de liberación de los aleloquímicos: volatilización, lixiviación, exudados radicales y la descomposición de los residuos vegetales.

2.3.2. Algunos factores que influyen en el fenómeno alelopático

Bowen (1991) citado por Puente (1998) refiere que para que se produzcan efectos alelopáticos, ya sean de carácter positivo o negativo, directos o indirectos, la concentración de las sustancias aleloquímicas es de gran importancia. Las actividades biológicas de aleloquímicos constituyen una respuesta dependiente de la concentración de entrada. La respuesta es de estimulación o atracción, con bajas concentraciones de aleloquímicos y de inhibición o rechazo al incrementarse estas concentraciones (Lovetl, 1989 citado por An *et al.*, 1998).

Blum *et al.* (1992); citados por Hernández (2004) señalan tres factores fundamentales que influyen directamente en el fenómeno:

1. Sensibilidad de la especie.
2. Liberación de la toxina al medio.
3. Actividad e interacciones bióticas y abióticas que ocurren con la toxina (microorganismos, temperatura, etc.).

No obstante, Alderéz (1996) citado por Puente (1998) refiere que todo fenómeno alelopático, de cualquier naturaleza ejerce su efecto como tal si se cumplen dos condiciones:

1. Que exista suficiente cantidad o concentración del compuesto alelopático.

2. Que el aleloquímico entre en contacto directo o interactúe de alguna forma con el organismo susceptible.

2.3.3. Principales aplicaciones de la alelopatía en la agricultura

Las investigaciones contemporáneas tienden a plantear el contexto de alelopatía, incluida en las interacciones entre plantas y animales superiores. No obstante la alelopatía esta vinculada con la comunicación química entre plantas, y entre plantas y otros organismos. Esta comunicación contribuye a la defensa de las plantas debido a que estos compuestos pueden tener efecto insecticida, herbicida, nematocida, funguicida, entre otros (Lovett y Ryuntyu, 1992; Colombia, 2005).

2.3.3.1. Efecto insecticida

La actividad orgánica de algunas plantas se ha aprovechado para su aplicación como insecticidas botánicos (fitoinsecticidas). Los metabolitos secundarios de plantas con efectos insecticidas, pueden actuar como inhibidores de la alimentación de los insectos, de la síntesis de quitina; también pueden afectar el crecimiento, desarrollo, reproducción y el comportamiento de estos organismos. En el desarrollo de la agricultura, a través de los tiempos, se han utilizado diversos extractos de plantas con efecto insecticida, un ejemplo importante fue el extracto de Piretro, obtenido de flores secas de margarita (*Chrysanthemum cinerariaefolium* (Trev.) Bocc. cuyos componentes activos son piretrinas, cinerinas y jasmolinas) (Guisaza, 2001).

El extracto acuoso de las plantas de Tabaco (*Nicotina tabacum* L.) cuyo principio activo es la nicotina, posee efecto tóxico al sólo contacto con el insecto, siendo utilizado ampliamente como insecticida. Otros insecticidas naturales de origen vegetal son los rotenoides que se encuentran en el barbasco (*Lonchocarpus* spp.) y en otras plantas del género *Derris* (Leguminosa). Estos compuestos de baja toxicidad para mamíferos se degradan muy rápidamente, pero son muy efectivos para controlar muchas plagas insectiles (Guisaza, 2001).

Según Colombia (2005) existen numerosas plantas que pueden ser utilizadas por su efecto insecticida. Así, plantas como la adelfa (*Nerium oleander* L.), ajo (*Allium sativum* L.), cebolla (*Allium cepa* L.), eucalipto (*Eucalyptos* sp.) y el nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) contienen aleloquímicos en concentraciones tales que les confieren

propiedades insecticidas contra pulgones, moscas blancas, chinches y larvas de lepidópteros.

2.4. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE LAS PLANTAS

2.4.1. Apasote (*Chenopodium ambrosioides* L.)

Chenopodium ambrosioides (L.) (*Quenopodiaceae*) es una planta originaria de México y América Central aunque en los últimos años se ha extendido su cultivo en varios países del mundo (Estados Unidos, países de América del Sur y algunos países europeos como Francia). Esta planta es conocida como apasote, epazote, hierba hedionda, hierba sagrada, pasote, quenopodio, té borde o té mexicano (México, 2005).

Es una planta herbácea anual, que alcanza de 40 a 100 cm de altura. Que crece en los suelos bajos y húmedos. Presenta un tallo erguido y muy ramificado. Cabrera *et al.* (1979), Dimitri (1987), Giusti (1997), citados por Torres *et al.* (2002) refieren que sus hojas son alternas, simples, lanceoladas a oblonga. Sus flores son de color amarillo o verdoso, muy pequeñas que crecen en espigas terminales. Las flores presentan 4 ó 5 pétalos y pueden ser masculinas o femeninas. Los frutos son pequeños, redondeados y de color verde inicialmente y pardo oscuro cuando maduran y secan, estos presentan semillas negras en su interior (Roig, 1974; México, 2005^a; Perú, 2005).

El apasote es una planta que esta bien adaptada a climas cálidos y templados. Es muy utilizado para los dolores estomacales, de cabeza, de garganta, tiene propiedades antiparasitarias, puede ser empleado como condimento de las comidas y se utiliza como repelente de pulgas (México, 2005^a; Torres *et al.*, 2002; Colombia, 2005). Según Grosourdy, citado por Roig (1974) su empleo en humanos es completamente inofensivo a cualquier dosis empleada.

Las esencias en las hojas y flores fluctúan entre el 0.25 al 1.4% y están compuestas por ascaridol (peróxido terpénico de olor desagradable y sabor acre), p-cimol, terpineno, mentadieno, limoneno levógiro, alcanfor dextrógiro, safrol, ácido salicílico, salicilato de metilo, ácido butírico, etc. (Heras, 1997; Torres *et al.*, 2002; Medciclopedia, 2005; Perú, 2005).

2.4.2. Caisimón de anís (*Piper auritum* Kunth)

P. auritum (Familia *Piperaceae*) es conocido en diversas partes del mundo como caisimón de anís, pimienta sagrada, pimienta espigada, planta de la cerveza de raíz, hoja santa, anisillo, hierba santa, entre otros nombres. El origen de la planta se localiza en Mesoamérica Tropical (México, Guatemala, Panamá, Colombia). La planta desprende un aroma agradable, libremente evocador al anís. El sabor es más fuerte en los vástagos y las venas jóvenes de las hojas (Katzer, 2000).

Esta planta es un arbusto aromático, ramificado de hasta 5 m de altura que prefiere los lugares sombreados y húmedos, aunque puede crecer expuesto al sol. Las hojas son alternas, aovado-elípticas, con la base muy inequilátera, profundamente acorazonada, de hasta 32 cm de largo y 16 cm de ancho. El tallo presenta nudos grandes engrosados. La inflorescencia es en espiga, algo curvada, opuesta a la hoja. Las flores son de color crema, diminutas, bracteadas, sin periantio. Los frutos son verde oscuro abayado y pequeño (Jiménez, 1992; Fuentes y Alfonso, 1998; Lemes *et al.*, 1998).

Según Katzer (2000) el aceite esencial de la planta (0,2%) es rico en safróle (80%), una sustancia con olor agradable. No obstante, Ciccio (1995) refiere que los principales compuestos son los hidrocarburos terpénicos b-cariofileno, germacreno-D, a-humuleno y a-pineno, y el alcohol sesquiterpénico cis-nerolidol. Aunque se ha encontrado fenilpropanoide, piperitona y el sesquiterpeno cariofileno, éter monoterpénico 1,8-cineol, entre otros compuestos (Ciccio y Ballester, 1996).

2.4.3. Hierba buena (*Mentha sativa* L.)

La hierba buena es empleada desde tiempos muy antiguos con fines curativos, siendo utilizada cuando se tiene desórdenes digestivos como acidez, dolor estomacal, gastritis e infección intestinal (México, 2005; Rodríguez y Durán, 2005). En ocasiones es usada para expulsar parásitos intestinales, mediante una infusión ingerida endulzadas con miel y mezclados con apasote (México, 2005).

Esta planta es de consistencia herbácea, llega a tener una longitud hasta de 60 cm y presenta por lo general el tallo cuadrado con abundancia de pelos blanquecinos (INCCA, 2005). Sus hojas son aromáticas, opuestas, oblongas, de superficie rugosa y margen aserrado, alargadas y cortamente pecioladas (Cuba, 2003; México, 2005).

Las flores nacen de espigas en el extremo más alto, variando de color blanco a púrpura; aunque en nuestro país florece en pocas ocasiones. Esta planta se adapta bien a climas cálido, semicálido, seco, templado y frío, lo que ha favorecido su diseminación (México, 2005).

Esta planta es empleada como planta medicinal y como condimento siendo el mentol su principal ingrediente activo (50-86%), menteno y felandreno (INCCA, 2005). Colombia (2006) refiere que la hierba buena puede ser empleada para controlar hormigas, debido a los principios activos que contiene, los cuales actúan como repelente de estos insectos. Mejías (1995) refiere que el extracto de hierba buena actúa como repelente de áfidos y pulgones; mientras que Vergel *et al.* (2006) exponen que puede ser empleado en el control del trips de la cebolla (*Trips tabaci* Lindeman).

2.4.4 Limón (*Citrus limon* (L.) Burm)

Según Borroto (1991) el limón (*C. limon*) (Familia Rutaceae) como la mayoría de las especies del género *Citrus*, es originado del Nordeste de la India y regiones aledañas. Esta planta fue esparcida en el mundo fundamentalmente por los grandes movimientos migratorios (conquista de Alejandro Magno, expansión del Islam, cruzadas, descubrimiento de América) y actualmente se cultiva en muchos países cálidos como planta ornamental y por la acidez de sus frutos.

Las hojas son de color verde oscuro por el haz y verde pálido por el envés, estas por su forma pueden ser dentadas, lanceoladas o elípticas, acabadas en punta. El fruto es un hesperidio de hasta 12,5 cm de diámetro, de corteza gruesa y de un amarillo fuerte cuando está bien maduro. Las semillas son ovoides, pequeñas, puntiagudas, lisas y blancas interiormente. La flor es blanca y rosada, además esta compuesta por cinco sépalos, cinco pétalos, numerosos estambres y un solo pistilo (España, 2008).

Dentro de las sustancias que contiene la planta se encuentran flavonoides (hesperidósido, limocitrina), ácidos orgánicos (Ascórbico, cítrico y cafeico), aceites esenciales, así como cafeína, pectinas y algunos minerales (APADE, 2008; España, 2008 y Infoagro, 2008).

2.4.5. Nim (*Azadirachta indica* Juss.)

El árbol nim (*Azadirachta indica* Juss.) (Meliaceae), es originario del sudeste de Asia. Se cultiva en muchas regiones de África, Australia y América Latina, debido a que se adapta muy bien a los suelos y climas semiáridos en países tropicales y subtropicales. Como especie oriunda de zonas tropicales y subtropicales, el árbol demanda mucha luz y temperaturas entre 26-36 °C. Los valores de pH pueden oscilar entre 6 y 8, prefiriendo suelos profundos del tipo loam o arenosos (Howatt, 1994; Parrotta y Chaturvedi, 1994; Biswas *et al.*, 2002; Cuba, 2002).

El porte del árbol varía entre 10-20 m de altura y puede vivir más de cien años. Florece por primera vez a la edad de 2 ó 3 años y da frutos una vez al año. Las flores son blancas o crema, hermafroditas dispuestas en racimos. Su fecundidad depende de la cantidad de iluminación recibida, así como de la humedad. Las hojas son de tipo imparipinnadas con folíolos de color verde claro e intenso en dependencia de las condiciones agroclimáticas. La fruta es en forma de drupa y las semillas están contenidas en frutos ovales. Su tamaño es variable, y su color es blanco cuando esta seca (Parrotta y Chaturvedi, 1994; Cuba, 2002).

Según Biswas *et al.* (2002) el azadiractín ha sido identificado como uno de los principales compuestos activos del nim. Esta sustancia actúa sobre los insectos repeliéndolos, inhibiendo su alimentación e interrumpiendo su crecimiento, metamorfosis y reproducción. Las fórmulas a base de nim no provocan la muerte en forma directa a los insectos, sino que alteran la conducta en maneras significativas para reducir el daño de la plaga a las siembras, y reducir su potencial reproductivo.

Las pruebas en general de extractos de nim han mostrado resultados en cerca de 300 especies de insectos principalmente en los ortópteros (saltamontes, chapulines verdes, etc.); Homópteros (pulgonos, insectos saltarines, etc.); Dictióferos (cucarachas y mantis; Lepidópteros (libélulas y mariposas); Heterópteros (verdaderos insectos); Dípteros (moscas); Coleópteros (escarabajos y gorgojos); Himenópteros (abejas, avispas y hormigas); Isópteros (termitas); Tisanópteros (thrips), del orden de los Sifonópteros (pulga) (Randhawa and Parmar, 1993 citado por Stoney y Hughes, 1998).

2.4.6. Paraíso (*Melia azedarach* L.)

El paraíso (*Melia azedarach* L.) (Angiosperma; Meliaceae) es una especie originaria del sureste de Asia que se cultiva ampliamente en muchos países debido a su poder de adaptabilidad y puede ser encontrarlo en los jardines o calles de muchas ciudades del mundo (Instituto Hórus, 2005; Martín y Romero, 2005; Merche, 2005). En algunas regiones crece con facilidad, teniendo un uso ornamental y forestal (Mangieri *et al.* 1977 citado por Vila *et al.*, 2005).

Areo (2005), Granada (2005), Martín y Romero (2005) refieren que es un árbol caducifolio, perenne, que puede alcanzar de 10 a 12 m de altura con porte en parasol, de tronco delgado de corteza grisácea o pardusca oscura y agrietada verticalmente. Las hojas son alternas, bipinnadas, con 3 a 4 pares de espinas de pinnas y éstas con 2-3 pares de folíolos más el terminal (imparpinnadas). Los folíolos son opuestos, de 5-10 cm de longitud. Las flores son hermafroditas, en panículas axilares, colgantes, fragantes, de color blanco y violeta, con los estambres reunidos en un tubo central. El Fruto es una drupa de 1 a 1.5 cm de diámetro y de color amarillo-naranja, este contiene 4-5 semillas que son la principal vía de multiplicación (Fuentes *et al.*, 2001; Granada, 2005; Infoagro, 2005; Merche, 2005; Martín y Romero, 2005).

El paraíso coloniza con facilidad áreas abiertas, siendo invasoras de ambientes forestales. Esta planta presenta efectos alelopáticos al presentar compuestos insecticidas y ser una especie invasora. El principio activo que presenta la planta son las saponinas y alcaloides neurotóxicos (azaridina) (González, 2001; Argentina, 2005; Instituto Hórus, 2005; Renate, 2005).

Bolivia (2005) refiere que el extracto de semillas de *M. azedarach* tiene propiedades insecticidas. Este extracto se utiliza para controlar lepidópteros, pulgones, langostas y hormigas en diversos cultivos.

Materiales y Métodos

3. MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se llevaron a cabo en el laboratorio de Patología de Insectos del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), ubicado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, entre los meses de noviembre del 2007 a junio del 2008. Se colectaron insectos adultos de *Zabrotes subfasciatus* Bohemann (Coleoptera; Bruchidae) provenientes de granos almacenados en la Estación Experimental “Álvaro Barba Machado”, de la propia Universidad.

Los insectos colectados fueron sometidos a un período de cuarentena para asegurarse que no se encontraban enfermos, siguiendo la metodología expuesta por Quintero (2003). Posteriormente fueron colocados en frascos de cristal de 5 L de capacidad y se les suministraron granos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad BAT-482 para la multiplicación de los insectos.

Siguiendo la metodología referida por Rodríguez *et al.* (2000) se introdujeron, cada tres meses, adultos procedentes de semillas de frijol infectadas después de ser sometidos a un período de cuarentena, para conservar las características de la especie y su variabilidad genética. Según lo recomendado por Barbosa *et al.* (2000), Aparecida (2001) y Rodríguez y López (2001) se seleccionaron insectos adultos, de dos días de emergidos, para garantizar que las hembras estuvieran fecundada. La identificación de hembras y machos, se realizó mediante el diformismo sexual de la especie (Valencia, 2006).

Las hojas y tallos de las plantas utilizadas en las investigaciones se colectaron en horas de la mañana (tabla 1). Posteriormente los órganos de las plantas colectados se secaron al sol durante 3 días, y después fueron colocados durante 2 horas en una estufa a 60°C siguiendo lo referido por Rodríguez (2005) y Moya (2006). Después, se procedió al molinaje de las mismas en un molino “C&N Junior”, obteniendo en este proceso partículas menores de 1 mm según lo recomendado por Araya *et al.* (1996).

Tabla 1. Especies de plantas utilizadas en las investigaciones

No.	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Estado Fenológico
1	Apasote	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	<i>Chenopodiaceae</i>	Floración
2	Caisimón de anís	<i>Piper auritum</i> Kunth	<i>Piperaceae</i>	Floración
3	Hierba buena	<i>Mentha sativa</i> L.	<i>Lamiaceae</i>	Floración
4	Limón	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm	<i>Rutaceae</i>	Crecimiento Vegetativo
5	Nim o Neem	<i>Azadirachta indica</i> Juss.	<i>Meliaceae</i>	Floración
6	Paraíso	<i>Melia azedarach</i> L.	<i>Meliaceae</i>	Floración

3.1. Efecto de polvos vegetales sobre *Z. subfasciatus*

Para conocer el efecto que tienen los diferentes polvos vegetales sobre el comportamiento y desarrollo de *Z. subfasciatus* se realizaron 2 experimentos. En ambos experimentos se utilizaron placas de Petri de 9 cm de diámetro a las cuales se le adicionaron 12 g de semillas sanas de frijol (seleccionadas previamente). Posteriormente a cada placa con semillas, de forma independiente, se le agregó un polvo vegetal de las plantas molinadas, siguiendo la metodología referida por Rodríguez y López (2001) y Moya (2006). Las pesadas de los granos y polvos vegetales se realizaron con una balanza analítica OverLabor con precisión de 0,1 mg y se utilizó el diseño experimental completamente aleatorizado.

a) Experimento sobre adultos de *Z. subfasciatus*

El experimento consistió en conocer el efecto de los polvos de las plantas sobre los adultos de *Z. subfasciatus*. En el estudio se emplearon dos concentraciones de polvos vegetales (3% y 1%). En el centro de cada placa se colocaron 5 parejas de insectos adultos. El experimento contó con 5 réplicas y un testigo absoluto (sin aplicación de polvos vegetales). A los 16 días de montado el experimento se procedió al conteo de semillas infestadas y del número de huevos ovopositados sobre los granos de frijol de los diversos tratamientos. Posteriormente, al finalizar el experimento (30 días) se contó el porcentaje de adultos que emergieron de las semillas, en la primera generación.

b) Experimento en granos sanos mezclados con infestados

En el experimento, se colocó en cada placa de Petri que contenía semillas de frijol mezcladas con polvos vegetales, un grano infestado con huevos de *Z. subfasciatus* (10 huevos) para conocer el efecto que ejercen los polvos sobre el desarrollo del insecto, cuando se encuentran mezcladas semillas infestadas con semillas sanas. El experimento contó con 5 réplicas y un tratamiento testigo absoluto (semillas de frijol sin mezclar con polvos de plantas). La mezcla frijol-polvo vegetal utilizada fue al 1% . Pasados 30 días se calculó el porcentaje de emergencia de individuos del grano infestado que fue colocado en cada tratamiento y el número de huevos ovopositados por estos insectos adultos que emergieron. A los 60 días se determinó el porcentaje de emergencia de adultos en la nueva generación.

3.2. Influencia de la técnica de secado de plantas que crecen en diferentes intensidades luminosas, sobre el desarrollo de *Z. subfasciatus*

En la realización del experimento se colectaron hojas de plantas de caisimón que crecen a una alta intensidad luminosa (directamente al sol). Las hojas colectadas se dividieron en 3 grupos y en el proceso de secado, un grupo de hojas fue colocado en la estufa a 60°C durante 72 horas, otro grupo se secó a temperatura ambiente a la sombra durante 6 días; y el otro se secó al sol por un período de cuatro días. También se colectaron hojas de plantas que crecen a una baja intensidad luminosa (a la sombra) y en el proceso de secado de hojas, se realizó el mismo procedimiento mencionado anteriormente. Posteriormente se procedió al molinaje de hojas secas obteniendo polvos vegetales que fueron embasados en frascos de cristal, de forma independiente.

Después de obtenidos los polvos vegetales, se colocaron 12 g de semillas de frijol mezcladas con 0.12 g de uno de los polvos de caisimón de anís por cada placa de Petri, realizando seis tratamientos con polvos y un tratamiento testigo absoluto (sin aplicación de polvos vegetales). Posteriormente fueron colocados 6 insectos adultos por placa (3 hembras y 3 machos). En el experimento se utilizó un diseño completamente aleatorizado, el mismo constó de 5 réplicas utilizando placas de Petri de 9 cm de diámetro.

A los 20 días se evaluó el número de huevos ovopositados por *Z. subfasciatus*, a los 40 días, se determinó el incremento de insectos en los diferentes tratamientos y las pérdidas provocadas por los mismos.

3.3. Efecto del polvo de caisimón de anís sobre la germinación del frijol

En la determinación del efecto que presenta los polvos de caisimón de anís cultivado al sol sobre la germinación del frijol, se tomaron 40 g de semillas (10 g de semillas sanas se mezclaron con polvos de hojas secadas al sol, 10 g con polvos de hojas secadas a la sombra, 10 g de semillas sanas como testigo y 10 g de semillas infectadas por *Z. subfasciatus*). Las semillas sanas fueron seleccionadas previamente y los polvos vegetales utilizados eran de hojas de plantas que crecen al sol.

Pasados 3 días se tomaron 8 semillas de frijol de cada tratamiento, las cuales fueron colocadas en cámara húmeda, utilizando placas de Petri de 11 cm de diámetro por 1.5 cm de altura, con un papel de filtro Standard en el fondo de la placa. El experimento constó de 5 réplicas y a cada placa se le añadió diariamente 1.5 mL de agua destilada. Las placas fueron mantenidas a temperatura ambiente y luz natural difusa. A los 7 días se evaluó la germinación de las semillas, se midió la longitud del tallo y la longitud de la raíz de las plántulas.

3.4. Análisis estadístico

Todos los resultados obtenidos en los experimentos fueron analizados y procesados por programas y software soportados sobre Microsoft Windows 2000. En el procesamiento estadístico de los datos se empleó el paquete de programas STATGRAPHICS Plus ver. 5.0, StadiStix ver. 1 y sus programas ANOVA. Se realizaron las pruebas Múltiple de Rangos, Bonferroni, Duncan y Kruskal-Wallis, con un nivel de confianza de un 95% para determinar diferencias significativas.

Resultados y Discusión

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. 1. Efecto de los polvos vegetales sobre el gorgojo pinto del frijol

a) Experimento sobre insectos adultos

Al determinar el efecto de los polvos vegetales sobre adultos de *Z. subfasciatus* utilizando una concentración de polvos al 3% se observó que en el tratamiento donde se empleó caisimón de anís, las hembras del insecto no pusieron huevos. En los tratamientos con hierba buena, apasote y nim las hembras del insecto ovopositaron en menos del 10% de las semillas de frijoles, mientras que en el tratamiento testigo los insectos ovopositaron en el 93.91% de las semillas (tabla 2).

Tabla 2. Número de huevos ovopositados por *Z. subfasciatus* sobre los diferentes tratamientos al 3% de concentración de los polvos vegetales.

Tratamiento	Semillas infestadas con huevos (%)	Promedio de huevos	Medias de Rangos*
Apasote	1.37	2.8	11.80 ^{ab}
Caisimón de anís	0.0	0.0	5.50 ^b
Hierba buena	1.31	3.0	12.70 ^{ab}
Limón	42.14	36.0	24.20 ^b
Nim	8.31	5.4	14.40 ^{ab}
Paraíso	30.59	19.8	24.40 ^b
Testigo	93.91	118.2	33.00 ^a
Valor crítico de Comparación	-----	-----	19.689

*Media de Rangos según Kruskal-Wallis. Letras desiguales en la columna denotan diferencias significativas según la Prueba Múltiple de Rangos para un alfa de 0.05.

En todos los tratamientos con polvos vegetales el número de huevos ovopositados, por *Z. subfasciatus*, fue menor que en el tratamiento testigo, en el cual el insecto ovopositó 118.2 huevos como promedio. El insecto no ovopositó en caisimón de anís, mientras que en hierba buena y apasote el insecto ovopositó menos de 4 huevos como promedio. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ramírez (2005) y Moya (2006) en los cuales ellos refieren que los polvos vegetales de caisimón de anís, hierba buena y apasote son efectivos en el control del gorgojo pinto del frijol.

En todos los tratamientos donde los insectos ovopositaron, emergieron adultos (Figura 2). En paraíso y nim, emergieron más del 80% de los insectos, no mostrando diferencias significativas con el número de insectos que salieron en el tratamiento testigo. En apasote, el porcentaje de insectos que emergieron fue menor del 20 %.

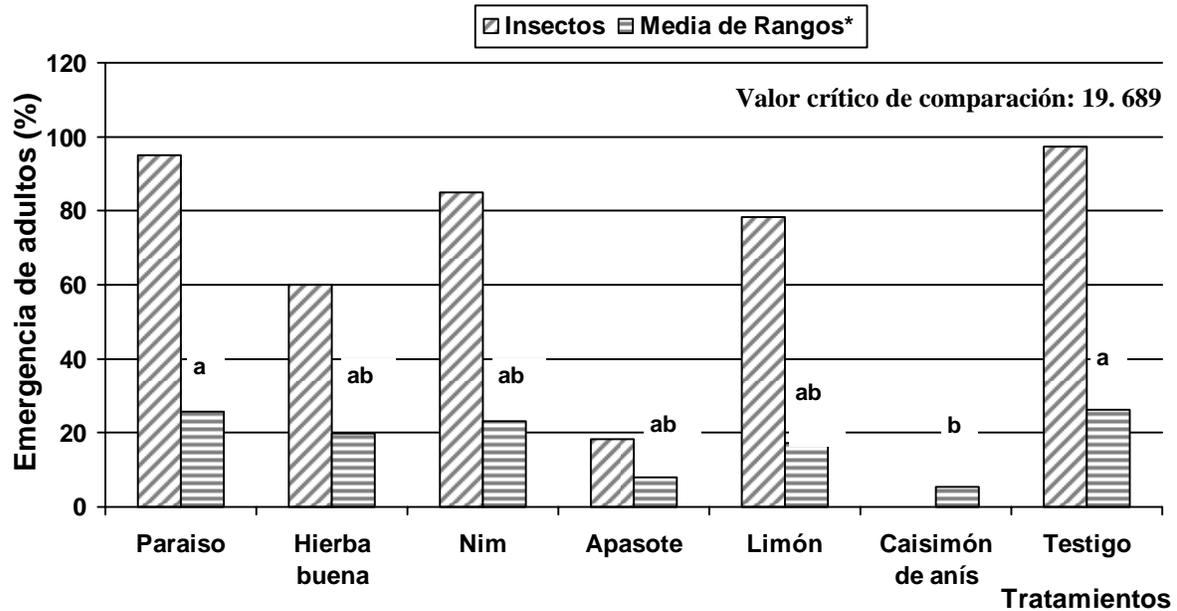


Figura 2. Emergencia de insectos al 3% de concentración de polvos vegetales.

*Media de Rangos según Kruskal-Wallis. Letras desiguales denotan diferencias significativas según la Prueba Múltiple de Rangos para un alfa de 0.05.

Al determinar el efecto de los polvos vegetales al 1% los resultados difiere a los obtenidos en la concentración anterior. A esta concentración el mejor tratamiento fue caisimón de anís, pero a diferencia de la variante anterior, hubo un incremento notable de las afectaciones de semillas en apasote y nim, en los cuales el porcentaje de semillas con huevos fue superior al 40%, con 68.0 y 92.4 huevos ovopositados como promedio respectivamente (tabla 3). En limón *Z. subfasciatus* solo infestaron el 24.04 % de las semillas con 41.6 ovoposiciones como promedio, no mostrando diferencias significativas con caisimón de anís.

Tabla 3. Número de huevos ovopositados por *Z. subfasciatus* sobre los tratamientos.

Tratamiento	Semillas infestadas con huevos (%)	Promedio de huevos	Medias de Rangos* del promedio de huevos
Apasote	49.00	68.0	19.5 ^{abc}
Caisimón de anís	0	0	3.0 ^c
Hierba buena	18.88	18.4	10.8 ^{bc}
Limón	24.04	41.6	13.6 ^{abc}
Nim	42.33	92.4	22.90 ^{ab}
Paraíso	36.99	105.2	25.60 ^{ab}
Testigo	90.79	123.5	30.60 ^a
Valor crítico de Comparación	-----	-----	19.689

*Media de Rangos según Kruskal-Wallis. Letras desiguales en la columna denotan diferencias significativas según la Prueba Múltiple de Rangos para un alfa de 0.05.

En los tratamientos donde los insectos ovopositaron, al igual que en el experimento con la dosis al 3%, emergieron los insectos adultos (Figura 3), de ahí la importancia de buscar alternativas que eviten las puestas de huevos de *Z. subfasciatus*. Moya (2006) refiere que la dosis de caisimón de anís a utilizar para inhibir el 95 % de las puestas de huevos de *Z. subfasciatus* es cuando se emplea una concentración de polvo al 2%, no obstante se pudo comprobar que al utilizar polvos de caisimón al 1% se inhibe la ovoposición, logrando controlar el insecto.

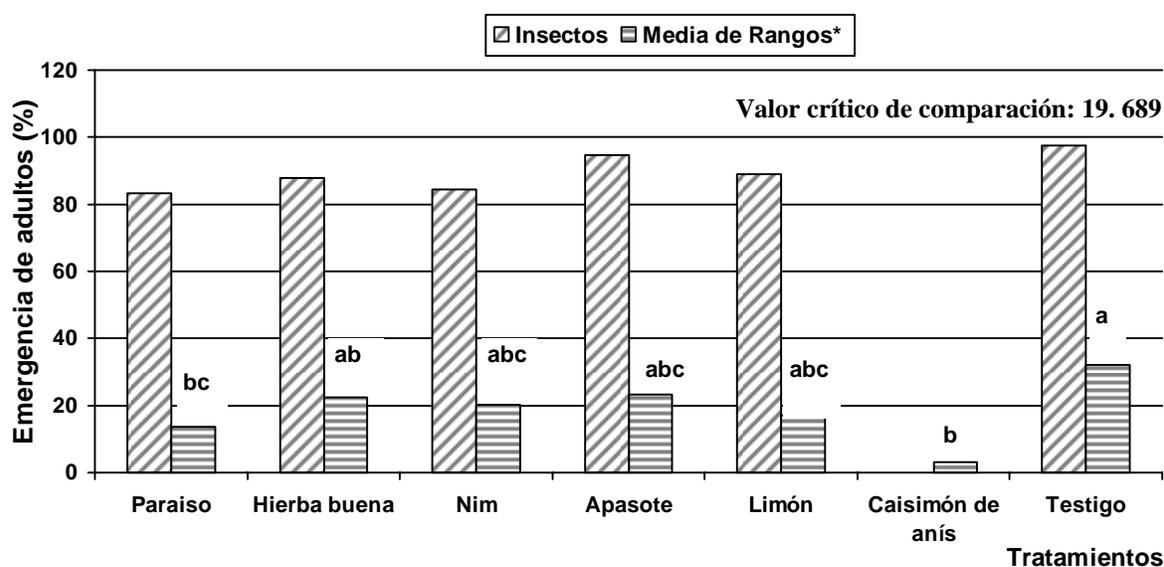


Figura 3. Emergencia de insectos al 1% de concentración de polvos vegetales.

*Media de Rangos según Kruskal-Wallis. Letras desiguales denotan diferencias significativas según la Prueba Múltiple de Rangos para un alfa de 0.05.

b) Efecto de polvos vegetales en semillas sanas mezcladas con infestadas

Al determinar como influyen los polvos vegetales cuando se aplican en semillas sanas mezcladas con semillas infestadas por el insecto, se observó que en caisimón de anís, los insectos no emergieron del grano de frijol infestado y en apasote emergió 0.8 insectos, como promedio (tabla 4). En todos los tratamientos donde emergieron adultos del insecto se encontraron puestas de huevos en granos sanos. La mayor cantidad de huevos fueron ovopositados en el tratamiento testigo con 188 huevos como promedio, aunque no mostró diferencias con paraíso y nim, en los que los insectos que emergieron ovopositaron 91.4 y 82.6 huevos respectivamente.

Tabla 4. Desarrollo de *Z. subfasciatus* en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Individuos que emergieron del grano infestado	Huevos ovopositados en semillas sanas	*Medias de Rango de los huevos	Emergencia de insectos a los 60 días	*Media de Rangos de insectos a los 60 días
Paraíso	4.6	91.4	22.2 ^{ab}	74.8	20.8 ^{ab}
H. buena	3.4	59.0	16.6 ^{ab}	55.2	17.4 ^{ab}
Nim	3.8	82.6	19.0 ^{ab}	74	20.7 ^{ab}
Caisimón	0	0	4.5 ^b	0	5.5 ^b
Apasote	0.8	15.8	7.3 ^b	15.6	8.7 ^b
Limón	5.6	68.8	23.4 ^{ab}	61.6	19.9 ^{ab}
Testigo	9	188.0	33.0 ^a	179.6	33.0 ^a
Valor crítico de Comparación	-----	-----	19.689	-----	19.689

*Media de Rangos según Kruskal-Wallis. Letras desiguales en la columna denotan diferencias significativas según la Prueba Múltiple de Rangos para un alfa de 0.05.

En apasote los adultos que emergieron de la semilla infestada ovopositaron 15.8 huevos como promedio, de los cuales emergieron 15.6 insectos en la generación sucesiva (98.73 % de emergencia) debido a esto, a pesar de no tener diferencias significativas con caisimón, se puede observar como existe un incremento de la plaga en el tratamiento. En paraíso y nim, plantas utilizadas mundialmente en el

control de insectos-plagas de importancia económica (Rodríguez, 2000; AUPEC, 2005; Colombia, 2005 y Silva, 2005), emergieron de las semillas 74.8 y 74 insectos respectivamente, demostrando que no ejercen control sobre este insecto.

Estos resultados nos brindan una clara idea de las relaciones y preferencias de este insecto ante las plantas utilizadas. En el tratamiento con polvo de caisimón de anís el insecto no emergió del grano y los adultos no ovopositaron sobre las semillas, demostrando la efectividad del polvo en el control de *Z. subfasciatus*. Por esto se seleccionó esta planta para determinar si la técnica de secado y de la intensidad luminosa en que crecen las plantas influye sobre el desarrollo del insecto plaga.

4.2. Repercusión de la técnica de secado de plantas y de la intensidad luminosa en que crecen, sobre el desarrollo de *Z. subfasciatus*

La intensidad luminosa a la cual crecen las plantas y la técnica de secado que se utiliza para obtener los polvos vegetales del caisimón de anís, influyeron sobre el número de ovoposiciones de *Z. subfasciatus* (figura 4). En los tratamientos con polvos de hojas de plantas que crecen al sol, el número de huevos ovopositados fue menor que en los demás tratamientos. No obstante, al analizar la técnica de secado, en los tratamientos de polvo de hojas secadas en estufa a 60°C, el número de ovoposiciones fue mayor que en los polvos obtenidos mediante las otras técnicas empleadas.

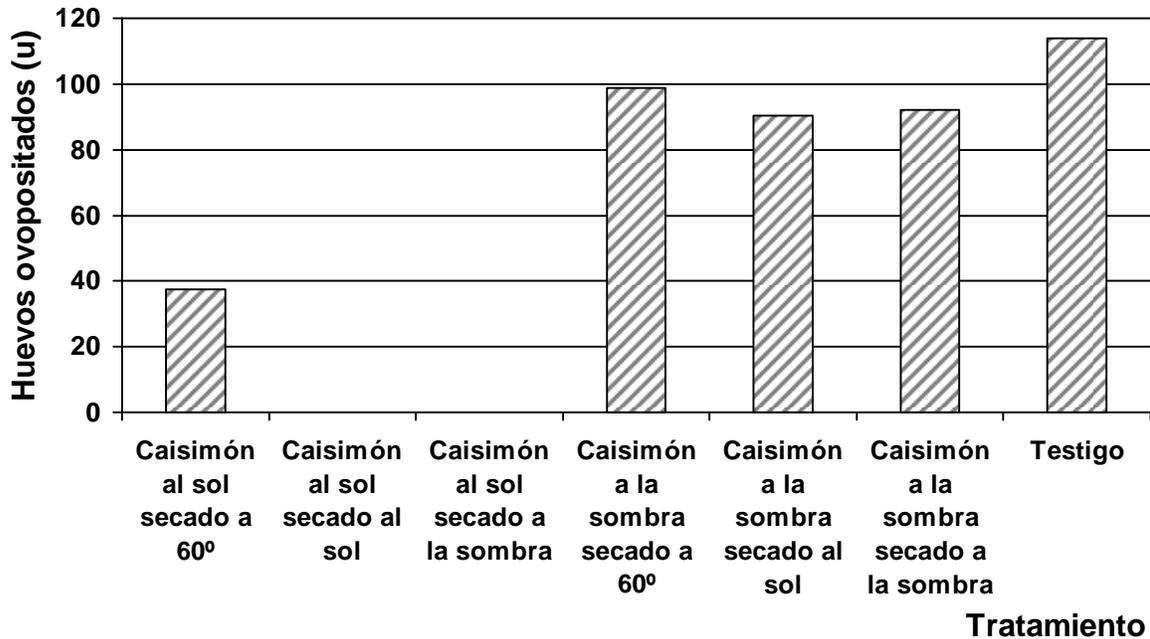


Figura 4. Promedio de huevos de *Z. subfasciatus* sobre los diferentes tratamientos.

Los tratamientos más efectivos en el control del insecto fueron los de polvos de plantas que crecen al sol, que posteriormente fueron secadas al sol y a la sombra, en los cuales los insectos no ovopositaron. Moya (2007) refiere que al utilizar polvo de hojas de caisimón de anís se afecta el desarrollo de *Z. subfasciatus* en semillas de frijol aunque Rodríguez y López (2001) sin tener en cuenta la intensidad luminosa a la cual se desarrolla el cultivo y la técnica de secado de las hojas, exponen que el insecto es capaz de multiplicarse en granos tratados con estos polvos, ocasionando daños en las semillas.

La Universidad Autónoma de Madrid (2008) expone que las plantas que crecen expuestas a diversas condiciones de *stress* responden con el aumento de la producción de diversos metabolitos secundarios protectores, como respuesta a las condiciones adversas. No obstante, Tétreault (2008) refiere que al aumentar la temperatura existirá un incremento en la velocidad de difusión de los compuestos volátiles procedentes del material; lo que provoca que disminuya la concentración de los mismos en los polvos vegetales.

A los 40 días, con excepción de los tratamientos en los cuales los insectos no ovopositaron, en todos los tratamientos emergieron adultos, aunque el porcentaje de emergencia del gorgojo fue inferior al 65 %, excepto en el testigo donde emergió el

91.39 % de los huevos ovopositados (figura 5). Valdés (2007) refiere que 5 hembras del gorgojo pinto del frijol son capaces de infestar 50 g de granos en 70 días, a diferencia de *Sitophilus oryzae* L. que solo infestó el 1% de las semillas de frijol en ese período.

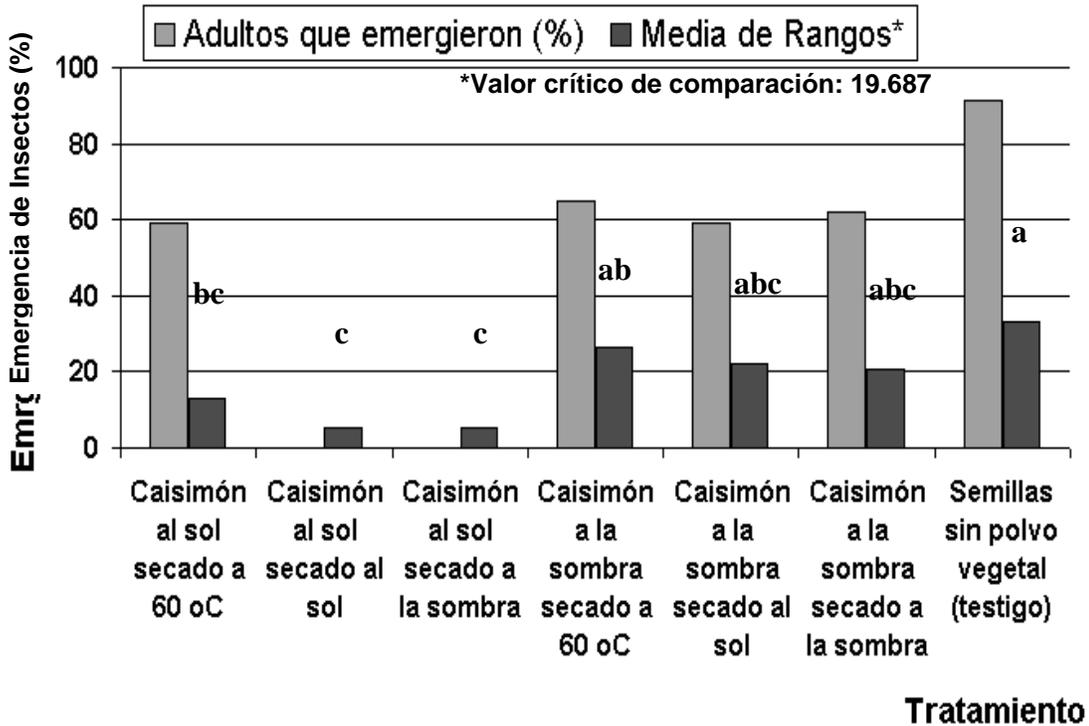


Figura 5. Emergencia de insectos en los diferentes tratamientos.
 *Media de Rangos según Kruskal-Wallis. Letras desiguales denotan diferencias significativas según la Prueba Múltiple de Rangos para un alfa de 0.05.

Al determinar la pérdida de peso de los granos, se apreció que en cada uno de los tratamientos donde se multiplicaron los insectos disminuyó el peso de las semillas (tabla 5). Las semillas del tratamiento testigo fueron las más afectadas con un 11.42% de pérdida de peso, seguido de los tratamientos con los polvos de plantas que crecían a la sombra, no mostrando diferencias significativas entre sí. El peso final en el tratamiento con polvo de caisimón que crecía al sol, secado a 60 °C fue 11.75 g, lo que demuestra que el insecto, a pesar de ser afectado por las sustancias que desprende el polvo, es capaz de desarrollarse sobre este tratamiento.

Tabla 5. Pérdida en el peso de los granos al transcurrir 40 días.

Tratamiento		Peso Inicial (g)	Peso final (g)	Pérdida de peso a los 40 días (%)	*Media de Rango de la Pérdida de peso	
Intensidad Luminosa	Técnica de secado					
Elevada	A 60 °C	12	11.75	2.08	13.0 ^{ab}	
	Al sol		12	0.00	5.5 ^b	
	A la sombra		12	0.00	5.5 ^b	
Baja	A 60 °C		10.95	8.75	26.1 ^a	
	Al sol		11.06	7.83	22.1 ^{ab}	
	A la sombra		11.06	7.83	22.1 ^{ab}	
Testigo (sin polvo vegetal)				10.63	11.42	31.7 ^a
Valor crítico de comparación			----- -	----- -	----- -	19.689

*Media de Rangos según Kruskal-Wallis. Letras diferentes en la columna denotan diferencias significativas según la Prueba Múltiple de Rangos para un alfa de 0.05.

En estudios realizados por Rodríguez y López (2001), con el propósito de rescatar el uso de extractos vegetales para el control de plagas, al analizar las pérdidas provocadas por el gorgojo pinto del frijol, en granos almacenados, comprobaron que en algunos casos, las pérdidas pueden ser de hasta el 26.1%. No obstante, varios investigadores refieren que estos daños están en dependencia del número de insectos que se encuentren en los granos, las condiciones de almacenamiento y el período entre el almacenamiento y el consumo de los mismos.

4.3. Consecuencia del polvo de caisimón de anís sobre la germinación del frijol

En todos los tratamientos utilizados, con excepción del tratamiento de semillas afectadas, el porcentaje de germinación de las semillas fue superior al 90% (figura 6), lo que demuestra que los compuestos existentes en el polvo de caisimón de anís, al entrar en contacto con el agua y diluirse, no presentan un efecto negativo sobre la germinación del frijol. Molish (1937) citado por Sampietro (2003) refiere que las sustancias químicas que son liberadas por una planta puede ejercer su acción inhibiendo o estimulando el desarrollo de otra. Ambika *et al.* (2001) citado por Hernández (2004) refieren que algunas especies de *Verbenaceae* promueven el crecimiento de las plántulas de frijol, aunque en este crecimiento influye la concentración de los compuestos alelopáticos que entran en contacto con las semillas.

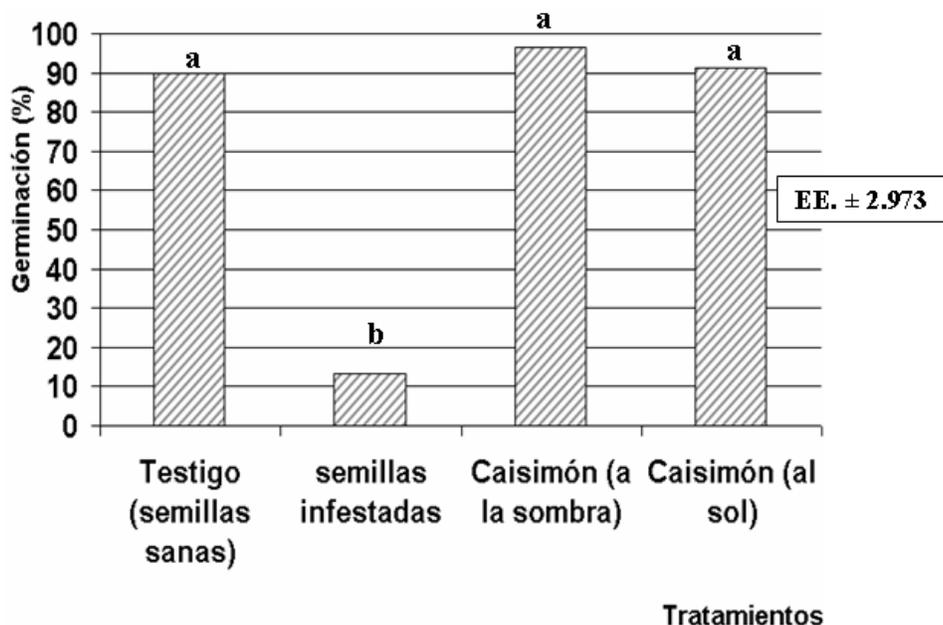


Figura 6. Germinación de semillas de frijol en los tratamientos

A los siete días de montado el experimento se apreció que en el tratamiento con polvo de hojas secadas al sol, la longitud del tallo fue superior a la de los demás tratamientos, mostrando diferencias significativas con el tratamiento de semillas infestadas donde la longitud fue de 3.63 cm como promedio (tabla 6). Al analizar la longitud de la raíz, el mejor tratamiento fue el de polvo de hojas secadas a la sombra con 9.91 cm como promedio, mostrando diferencias significativas con el de semillas infestadas. El tratamiento que presentó menor longitud del tallo y de la raíz como promedio fue el de semillas infestadas.

Tabla 6. Efecto del residuo de caisimón de anís sobre el crecimiento longitudinal de la raíz y el tallo de las plántulas de frijol (n=40)

Tratamiento	Longitud del tallo (cm)	EE de la longitud del tallo (±)	Longitud de la raíz (cm)	EE de la longitud de la raíz (±)
Testigo (semillas sanas)	8.45 ^a	0.586	8.62 ^{ba}	0.573
semillas infestadas	3.63 ^b	1.116	6.50 ^b	1.092
Caisimón (secado a la sombra)	7.69 ^a	0.558	9.91 ^a	0.546
Caisimón (secado al sol)	9.16 ^a	0.724	9.11 ^{ba}	0.709

*Letras diferentes en una misma columna denotan diferencias significativas según Bonferroni para un para un alfa de 0.05

El efecto alelopático de algunas especies como estimuladoras del crecimiento ha sido explicado por la presencia de altos niveles de compuestos fenólicos (Ambika *et al.*, 2003; citado por Hernández, 2004); aunque Acosta *et al.* (2001) citado por el mismo autor, refieren que algunos órganos de las plantas son más sensibles a las sustancias alelopáticas. No obstante, Labrada (1987) citado por Hernández (2004) afirma que este fenómeno se debe a una reacción química entre las plantas y agrega que toda especie botánica viva o en descomposición segrega sustancias que pueden ser tóxicas, estimulantes o inocuas para otros organismos.

Moya (2006) al estudiar el efecto de los residuos de caisimón de anís sobre las semillas de frijol reporta que los compuestos alelopáticos segregados no afecta la germinación, estimula el desarrollo radicular y el crecimiento del tallo, corroborando los resultados obtenidos en el experimento.

Conclusiones



5. CONCLUSIONES.

1. El tratamiento con polvos de caisimón de anís al 3% y al 1%, fue el que mejor efecto tuvo sobre *Z. subfasciatus* al inhibir las ovoposiciones de las hembras de la especie; en este tratamiento no emergieron insectos de las semillas infestadas con huevos.
2. En paraíso y nim los insectos que emergieron de las semillas infestadas ovopositaron 91.4 y 82.6 huevos respectivamente, no mostrando diferencias significativas con el tratamiento testigo.
3. La intensidad luminosa a la cual crecen las plantas y la técnica de secado de hojas que se utiliza para obtener los polvos vegetales, influyeron sobre la ovoposición de *Z. subfasciatus*.
4. Los polvos de hojas del caisimón de anís que crece al sol, que fueron secados al sol y a la sombra, controlaron a *Z. subfasciatus* al inhibir las ovoposiciones del insecto. Con los polvos del caisimón de anís que crece a la sombra la merma en los granos fue superior al 7 % del peso inicial.
5. Los polvos de caisimón de anís no afectaron la germinación de las semillas de frijol y no influyeron sobre la longitud del tallo y de la raíz de la plántula.

Recomendaciones



6. RECOMENDACIONES.

De acuerdo con las conclusiones expuestas hacemos las siguientes recomendaciones:

1. Continuar estas pruebas con polvos de caisimón de anís en condiciones de silo de almacenamiento.
2. Evaluar el efecto de otras plantas que pudieran tener similares características a las estudiadas.
3. Realizar estas experiencias con otras plagas de granos almacenados.
4. Realizar el taquímizaje fitoquímico a los polvos de caisimón de anís.

Referencias Bibliográficas

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alexandre, Luzia. 2001. Alguns aspectos do comportamento de oviposição fêmeas selvagens de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera, Bruchidae) em condições de privação do hospedeiro. Tesis de maestria. Universidad de SÃO PAULO. Departamento de Biologia. 76 p.
- An, M., J. Pratley y T. Haig. 1998. Allelopathy: from concept to reality. En sitio Web: <http://www.regional.org.au/au/asa/1998/6/314an.htm?PHPSESSID=7048e222f8949d69b3f0f5633e2d60af>. [Consultado el 5 de Abril, 2008].
- APADE (Asociación Participativa para el Desarrollo, Perú.). 2008. Limón. En sitio web: <http://www.apades.org/cultivos/limo.htm>. [Consultado el 12 Abril, 2008].
- Areo, Mercedes. 2005. Descripción del Ciclo de Vida del paraíso. En sitio web: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/animaciones/ciclos/paraíso/paginas/ciclo.htm>. [Consultado el 8 de Mayo, 2008].
- Argentina. 2005. Control de Plagas Exóticas en la Reserva Costanera Sur. En sitio web: <http://www.amigos.org.ar/exoticas.htm>. [Consultado el 5 de Abril, 2008].
- ATSDR (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades). 2003. Piretrinas y Piretroides. En sitio Web: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts155.html. [Consultado el 28 de Mayo, 2008].
- Beebe, S., J. Tohme, J. Nienhuis, F. Pedraza, J. Rengifo, E. Tovar and A. Islam. 2003. Studies in *Phaseolus* germplasm diversity: a review of work at CIAT. En sitio Web: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/BIC%202%20pp%202003.pdf. [Consultado el 3 de Mayo, 2008].
- Biswas, K., I. Chattopadhyay, K. Ranajit, Banerjee and U. Bandyopadhyay. 2002. Biological activities and medical properties of neem (*Azadirachta indica*). CURRENT SCIENCE, JUNE 2002 VOL.82 (10,11) 1336:1345.
- Bolivia. 2008. Plan de manejo de plagas. Proyecto Alianzas Rurales. Anexo 4. Plan de Manejo de Plagas. En sitio web: [http://www.maca.gov.bo/par/docs/Anexo4Plandemanejo de plagas](http://www.maca.gov.bo/par/docs/Anexo4Plandemanejo%20de%20plagas). [Consultado el 3 de Junio, 2008].

- Bonet, A., B. Lerol, J. C. Biemont, G. Pérez y B. Pichard. 1987. Has the *Acanthoscelides obtectus* group evolved in the original zone of its host plant (*Phaseolus lunatus*). In: V. Labeyrie, G. Fabres, D. Lachaise. (Ed.). Insects-plants. Dordrecht: Junk Publishers. 378 p.
- Bruner, C. S., L. C. Scaramuzza y A. R. Otero. 1975. Catálogo de Insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. Edición Theudis Iraeta (2^{da}). 399p.
- Canadá. 2008. Material para exposición: el bueno, el malo y el feo. En sitio Web: <http://iaq.dk/papers/bueno-malo-feo.htm>. [Consultado el 3 de Junio, 2008].
- Cardona, C. 1994. Insectos y otras plagas invertebradas en frijol en América Latina. Insectos de granos almacenados. In: Pastor-Corrales, M. Schwartz, H. F. (eds). Problemas de producción del frijol en los trópicos. CIAT. Cali- Co. 734 p.
- Cardona, C. and J. Kornegay. 1999. Bean germplasm resources for insects' resistance. In: Clement, S. and S. Quisenberry (eds). 1999. Global Plant Genetic Resources for Insects-Resistance Crops. CRC Press LLC. Florida, UE.
- Carvalho, R. P. y C. J. Rossetto. 1968. Biology of *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) (Coleoptera; Bruchidae). Revista Brasileira de Entomologia 13: 195-197.
- CENIAP (Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela). Foniap Divulga n. 27, Enero /Marzo 1988. Recomendaciones para la prevención y control de plagas en granos almacenados. En sitio Web: <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd27/texto/recomendaciones.htm>. [Consultado el 20 Marzo, 2006].
- CENTA (Centro nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2005. Control de gorgojos pintos (*Acanthoscelides obtectus* y *Zabrotes subfasciatus*) utilizando el hongo *Beauveria bassiana* en frijol almacenado. En sitio Web: <http://www.centa.gob.sv/html/ciencia/otrainformacion/agricola/controlgorgojospintos.html>. [Consultado el 10 Marzo, 2006].
- Ciccio, A. 1995. Aceite esencial de las hojas de *Piper auritum* (*Piperaceae*) de Costa Rica. Ingeniería y Ciencia Química. v.15 (2): 39-41.
- Ciccio, A. y Cinthya Ballester. 1996. Componentes volátiles de las espigas de *Piper auritum* (*Piperaceae*) de Costa Rica. Ingeniería y Ciencia Química. v. 16 (2): 78-79.

- Colombia. 2005. Control botánico de las plagas caseras. Plagas Caseras. Plantas alelopáticas. En sitio Web: <http://www.webcolombia.com/alelopatia/plagas%20caseras.htm>. [Consultado el 3 Febrero, 2006].
- Colombia. 2005. Control botánico de las plagas caseras. Plagas Caseras. Plantas alelopáticas. En sitio Web: <http://www.webcolombia.com/alelopatia/plagas%20caseras.htm>. [Consultado el 18 Abril, 2006].
- Contrera, C. E. 1991. Potencial alelopático de extractos acuosos y diluidos de la Correhuela (*Convolvulus arvensis*). Memorias XII Congreso Nacional de la Ciencia de las Malezas. México: 74 p.
- COSUDE. 2004. Programa Regional de Transferencia de Tecnología POSTCOSECHA. En sitio Web: <http://www.cosude.org.ni/Pages/PageAgriPostCo.htm>. [Consultado el 1 de Marzo, 2006].
- COSUDE. 2005. Insectos. En sitio Web: http://www.cosude.org.ni/gestcon/Postcosecha/01-cap_tec/publicaciones/04-ins/main.htm. [Consultado el 15 de Febrero, 2006].
- Credland, P. F. and J. Dendy. 1992. Comparison of seed consumption and the practical use of insect weight in determining effect of host seed on the Mexico bean weevil, *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann). J. Stored. Prod. Res. 28 (4): 225-234.
- Cronquist, A. 1988. The Evolution and Classification Flowerin Plants. Seconds Edition. USA.
- Cuba. 2002. Proyecto introducción del árbol del neem en Cuba. Web: <http://www.sodepaz.org/nim/>. [Consultado el 18 de Marzo, 2006].
- Cuba. 2006. Agricultura. Silos que cambian la vida. En sitio Web: http://cubaalamano.net/sitio/muestra_especial.asp?art=6345. [Consultado el 28 de Abril, 2008].

- Debouck, D. 1991. Systematic and Morphology *En: A. Van Schoonhoven; O. Voysest. (Ed.). Common beans. Research for crop improvement. CIAT. Cali, Colombia. p 55-118.*
- Dendy, J., Credland, P. F. 1991. Development, fecundity and egg dispersion of *Zabrotes subfasciatus*. *Entomol. Exp. Appl. 59:9-17.*
- FAO. 2005. La aplicación de plaguicidas sin la debida seguridad provoca daños a la salud y al medio ambiente. Comunicados de prensa 97/20. ROMA, 29 de mayo. En sitio Web: <http://www.fao.org/ag/agse/prs.htm>. [Consultado el 15 de Mayo, 2008].
- FAO. 2006. The biology of some important primary, secondary and associated species of stored products coleopteran. En sitio Web: <http://www.fao.org/docrep/x5048E/x5048E0a.htm> . [Consultado el 8 de Marzo, 2008].
- Ferreira, A. M. 1960. Subsídios para o estudo de uma praga do feijão (*Zabrotes subfasciatus* Boh. Coleoptera, Bruchidae) dos climas tropicais. *Garcia de Orta - Série de Estudos Agronomicos 8(3): 559-581.*
- FONAIAP. 1988. Fonaiap Divulga, No, 27. Recomendaciones para la prevención y control de plagas en granos almacenados. En sitio Web: <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd27/texto/recomendaciones.htm>. [Consultado el 19 de Abril, 2008].
- Fuentes, V. R. y J. C. Alfonso. 1998. Estudios fenológicos en plantas medicinales. XIV. *REV. CUBANA PLANT MED 1998; 3(1):12-17.*
- Fuentes, V. R., M. M. Granda, C .M. Lemes y C. Rodríguez. 2001. Estudios fenológicos en plantas medicinales. En sitio web: http://www.bvs.sld.cu/revistas/pla/vol6_3_01/pla03301.htm. [Consultado el 11 de Enero, 2008].
- Gepts, P. y D. Debouck. 1991. Origin, domestication and evolution of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*). *En: Van Schoonhoven, Voysest, O. (Eds). Common bean; Research for Crop Improvement. CIAT. Cali.*

- González, Ana Maria. 2001. Ecología. Hipertexto del área de la biología. Web: <http://www.biologia.edu.ar/plantas/ecologia.htm>. [Consultado el 23 de Febrero, 2008].
- González, E. 1968. El cultivo de los agrios. Edición Revolucionaria. La Habana, Cuba. 814 pp.
- Granada. 2005. Especie de los Parques de Granada *Melia azedarach* Web: <http://www.granada.org/inet/warboles.nsf/wcien/95A?opendocument>. [Consultado el 17 de diciembre, 2007].
- Grolleaud, M. 1997. Pérdidas post cosecha: Un concepto mal definido o mal utilizado. Estudio sintético y didáctico sobre el fenómeno de las pérdidas que se producen a lo largo del sistema post-cosecha. En sitio Web: http://sleekfreak.ath.cx:81/3wdev/VLIBRARY/NEW_FAO/X5414S/X5414S00.HTM#CONTENTS. [Consultado el 6 de diciembre, 2007].
- Guisaza, J. 2001. Plantas alelopáticas. En sitio web: <http://www.webcolombia.com/allelopathy.html>. [Consultado el 12 de Abril, 2008].
- Harborne, J. B. 1999. Biochemistry of fenolic compounds. Biology y Biochemistry. En sitio web: http://www.rediris.com/allelopathy/chemistry/abstraes_34295.html. [Consultado el 4 de Abril, 2008].
- Harborne, J. B. 1999. Biochemistry of fenolic compounds. Biology y Biochemistry. En sitio Web: http://www.rediris.com/allelopathy/chemistry/abstraes_34295.html. [Consultado el 7 Junio, 2008].
- Heras, Aída. 1997. Plantas Medicinales De Tlalpizahuac Estado De México. Tlahui-Medic. No. 4, II. En sitio Web: <http://www.tlahui.com/tlahui2/tlapiz4.htm>. [Consultado el 18 Mayo, 2008].
- Hernández, M. 2004. Estudio preliminar del potencial alelopático del orozuz (*Phyla nodiflora* (L.)Greence). Tesis de diploma no publicada. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. 50 p.
- Hogne, C. L. 1993. Beetles. Seed beetles. Latin America Insects and entomology. University of California Press. Los Angeles, UE. 536p.

- Howatt, K. 1994. *Azadirachta indica*: One Trees Arsenal against Pests. En sitio web: http://www.colostate.edu/Depts/Entomology/courses/en570/papers_1994/howatt.htm. [Consultado el 16 Marzo, 2008].
- Infoagro. 2005. *Melia azedarach* (L.) ARBOLE EN JARDINERIA. En sitio web: http://www.infoagro.com/flores/flores/arboles_jardineria.htm.#2.9. [Consultado el 20 de Enero, 2008].
- Instituto Hórus. The Global Invasive Species Initiative. En sitio web: <http://tncweeds.Ucdavis.edu/moredocs/melaze01.html>. [Consultado el 18 de Febrero, 2008].
- Jiménez, Q. 1992. *Piper auritum* – Kunth. Manual de la Flora de Costa Rica. En sitio web: <http://www.mobot.org/manual.plantas/026742/S027606.html>. [Consultado el 25 de Abril, 2008].
- Johnson, C. D. 1970. Biosystematics of the Arizona, California and Oregon species of seed beetle genus *Acanthoscelides* (Coleoptera; Bruchidae). University of California. Publications in Entomology. v.59:1-116.
- Kaplan, L. y I. Kaplan. 1988. *Phaseolus* in archeology. En: Gepts P (Ed.). Genetics resources of *Phaseolus* beans. Dordrecht, Holland. Kluwer Academic Publisher. p 125-142.
- Katzer, G. 2000. Mexican Pepper leaf (*Piper auritum* Kunth). En sitio web: http://www.uni-graz.at/~katzer/engl/generic_frame.html?Pipe_aur.html. [Consultado el 19 de diciembre, 2007].
- King, A. B. y J. L. Saunders. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Una guía para su reconocimiento y control. Londres: Administración de Desarrollo Extranjero (ODA). 182 p.
- Labeyrie, V. 1981. Ecological problems arising from weevil infestation of food legumes. The ecology of bruchids attacking legumes (pulses). The Hague: Junk. 1-15 p.
- Larraín, P. 1994. Manejo integrado de plagas en granos almacenados. Investigación y Progreso Agropecuario, La Platina v. 81, p.10-16.
- Lemes, C. M.; C. Rodríguez; Mirilla Reyes e Isabel Hechevarria. 1998. Efecto de las condiciones de cultivo sobre el rendimiento del follaje y el porcentaje de aceite en

- hojas de *Piper auritum* Kunth (Caisimón de anís). REV CUBANA PLANT MED 1998; 3(1):37-41.
- Lovett, J. V. y M. Y. Ryuntyu. 1992. In Allelopathy. Basic and Applied Aspects. Edit. por S. J. H. Rizvi and V. Rizvi. Chapman and Hall, London: 11-20.
- Maes, J. M. 2005. EL EXTRAÑO MUNDO DE LOS INSECTOS. Ficha 52. Los gorgojos de frijol almacenado. En sitio web: <http://www.insectariumvirtual.com/termitero/nicaragua/DOCUMENTOS%20DE%20INTERES/ND-52.htm>. [Consultado el 18 de Febrero, 2008].
- Martin, F. J. y C. Romero. 2005. Flora ornamental del Campus de Reina Mercedes. Universidad de Sevilla. Ficha No.1–Version2. En sitio web: http://www.us.es/abotcam/especies/Melia_azedarach.html. [Consultado el 5 de dic, 2007].
- Mazzoneto, F. y J. Vendramim. 2002. Biological Aspects of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) on Bean Genotypes with and without Arcelin. En sitio web: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid [Consultado el 5 de Febrero, 2008].
- McClellan, P., J. Kami y P. Gepts. 2004. Chapter 4 “Genomics and Genetic. Diversity in Common Bean”. En *Boots: Legume crop genomic*. R. F. Wilson, H. T. Stalker and E. C. Brummer. p. 61-82.
- Mediciclopedia. Epactal-Equol. En sitio web: <http://www.iqb.es/diccio/e/ep.htm>. [Consultado el 17 Marzo, 2008].
- Meik, J. y P. Dobie. 1986. The ability of *Zabrotes subfasciatus* to attack cowpeas. *Rev. Entomologia Experimentalis Applicata* 42: 151-158.
- Merche, S. 2005. Familia Meliaceas. *Melia azedarach*. Cinamomo, melia, paraíso. Guia de Plantas <http://waste.ideal.es/cinamomo.htm>. [Consultado el 1 Abril, 2008].
- México. 2005. Hierba Hedionda. Pazote (*Chenopodium ambrosioides*). En sitio Web: www.hipernatural.com. [Consultado el 15 Noviembre, 2007].
- México. 2005. Hierba Hedionda. Pazote (*Chenopodium ambrosioides*). En sitio Web: www.hipernatural.com. [Consultado el 21 Enero del 2007].

- México. 2005^a. Epazote. *Chenopodium ambrosioides*. Catálogo. En sitio Web: <http://www.bosquedeniebla.com.mx/htm/Semillas-listasemillas2.htm>. [Consultado el 16 de Febrero, 2008].
- MINAGRI. 2005. Lista Oficial de Variedades Comerciales. Registro de variedades comerciales, Subdirección de Certificación de Semillas. Ministerio de la Agricultura, La Habana. 34p.
- Mora, O. 1997. Origen e importancia del cultivo de la caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) Rev. Fac. Agron. Maracay. Venezuela. v.23:225-234.
- Moya, Anay. 2006. Efectos de residuos de plantas sobre el gorgojo pinto del frijol *Zabrotes subfasciatus* Boh. Trabajo de Diploma no publicado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara. 46 p.
- OIRSA (Organismo Internacional Regional De Sanidad Agropecuaria). 2005. Manual Plagas de los Productos almacenados. <http://www.oirsa.org/DTSV/Manuales/Manual09/Plagas-de-los-Productos-05-0102.htm>. [Consultado el 9 de Marzo, 2008].
- Pachico, D. 1994. Trends in World common bean productions. Paginas 1-8. In: SHAWARTZ H.F. y Pastor – Corrales, M.A. Bean productions problems in the tropic 3rd edition. CIAT Cali – Colombia.
- Pajni, H. R. y A. Jabbal. 1986. Some observations of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Bruchidae; Coleoptera). Research Bulletin of the Panjab University Science 37: 11-16.
- Parrota, J. A. y Chaturvedi, A. N.1994. *Azadirachta indica* Juss. Neem, margosa. SO-ITF-SM-70. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station.8p.
- Pereira, R. C. y P. E. Braga. 1990. Efecto del extracto acuoso de *Nicandra phisaloides* sobre la germinación de semillas de maíz. Resúmenes X Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas. Cuba. 84p.
- Perú. 2005. Plantas medicinales. En sitio Web: <http://lycos.com.pe:95/plantas/paico1.shtml>. [Consultado el 17 Febrero, 2008].

- Pimbert, M. y D. Pierre. 1983. Ecophysiological aspects of bruchid reproduction. I. The influence of pod maturity and seeds of *Phaseolus vulgaris* and the influence of insemination on the reproductive activity of *Zabrotes subfasciatus*. *Ecological Entomology* 8: 87-94.
- Puente, Mayra. 1998. Efectos alelopáticos del cultivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) sobre malezas asociadas y cultivos de importancia económica. Tesis en opción al título de Master en Agricultura Sostenible. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.
- Putnam, A. R. 1988. Allelochemicals from plants as herbicides. *Weed tech.* 2(4): 510 - 518.
- Ramírez, Sergio. 2005. Plantas con acción repelente e inhibitoria de la reproducción de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) (Coleoptera; Bruchidae). Tesis no publicada. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara. 53 p.
- Renate, Silvia Z. 2005. O Processo de Degradação Ambiental Originado por plantas exóticas invasoras. En sitio web: <http://www.institutohorus.org.br/download/midia/ambbr2.htm>. [Consultado el 23 Enero, 2008].
- Rodríguez, C. 2000. Plantas contra plagas. Potencial práctico del ajo, anona, nim, chile y tabaco. Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México y Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. p 1-4.
- Rodríguez, C. y E. López. 2001. Actividad insecticida e insectistática de la chilca (*Senecio salignus*) sobre *Zabrotes subfasciatus*. En sitio Web: <http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rev59/resinf3.htm>. [Consultado el 15 Mayo, 2008].
- Rodríguez, F., R. Ripa. 1998. Insectos que atacan granos almacenados. *Revista Tierra Adentro* n.18, p.8-30.
- Roig, J. T. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Editorial Ciencia y Técnica, Instituto del libro, La Habana, 1974. 949p.

- Sampietro, D. A. 2003. Definición de alelopatía. En sitio Web: <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/alelopatia.htm>. [Consultado el 28 Abril, 2008].
- Schoonhoven, A. 1976. Pest of stored beans and their economic importance in Latin America. In: Proc. Symp. Tropic. Stored Prod. Entomol. Pp.691-698. 15th. Int. Congr. Entomol. 824 pp.
- Schoonhoven, A., C. Cardona, J. E. García. Principales insectos que atacan el grano de frijol almacenado y su control. CIAT. Cali, Co. 46 p.
- Schwartz, M., Marcela Sepúlveda, Liliana Villanueva, E. Araya y F. Figueroa. 1993. Bromuro de Metilo; Sustitución o disminución de consumo. Facultad de Ciencias Agronómicas. Dpto. de Agroindustria y Enología. Universidad de Chile; en sitio Web: <http://agronomia.uchile.cl/departamentos/agroindustria/proyhort5.htm>. [Consultado el 14 Abril, 2008].
- Serrano, M., A. Schoonhoven, J. Valor, C. Cardona. 1983. Fuentes de resistencia en materiales silvestres del frijol al ataque de gorgoja común. Revista colombiana de Entomología. Vol. 9. No. 1, 2,3 y 4 p. 13-18.
- Socorro, A. y D. Martín. 1989. Granos. Edit. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 318p.
- Southgate, B. J. 1979. Biology of the bruchid. Annual Review Entomology. 24: 449-473.
- Stoney, Carol y E. Hughes.1998. Uso del nim como agente de Control Biológico de Plagas. Hoja Informativa. Una guía útil para los árboles de uso múltiple. FACT 98-04S, Junio 1998. Web: <http://www.winrock.org/forestry/factnet.htm>. [Consultado el 3 Mayo, 2008].
- Šustar-Vozlič, J., M. Maras, Branka Javornik y V. Meglič. 2006. Genetic Diversity and Origin of Slovene Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Germplasm as Revealed by AFLP Markers and Phaseolus Analysis. En sitio Web: <http://www.electronicipc.com/JournalEZ/detail.cfm> . [Consultado el 21 Febrero, 2008].
- Taitella, Lisiane, Cibele Stramare y P. R. Valle da Silva. 2003. Aspectos biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera; Bruchidae) em *Phaseolus*

- vulgaris* L., cv. Carioca (Fabaceae), sob condições de laboratório. *Revista Brasileira de Entomologia* 47(4):621-624.
- Torres, Ana; Gabriela Ricciardi, Ada Agrejo de Nassiff y I. A. Ricciardi. 2002. Aceite esencial de *Chenopodium ambrosioides* L., (paico macho). Facultad de Cs. Exactas y Naturales y Agrimensura, UNNE, Corrientes, Argentina. En sitio Web: <http://www.unne.edu.ar/cyt/2002/08-Exactas/E-019.pdf>. [Consultado el 13 Diciembre, 2007].
- UNEX. 2005. Lecciones Hipertextuales de Botánica. Familia *Fabaceae*. En sitio Web: <http://www.unex.es/botanica/LHB/rosidae/fabaceae.htm>. [Consultado el 11 Enero, 2007].
- Universidad Autónoma de Madrid (2008). Tema 27. El Stress. http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/bolarios/FisioVegetal/TeoriaFisioVegetal/Resumenes/tema27.htm. [Consultado el 3 de Junio, 2008].
- UNNE. 2005. Subclase: *Rosidae*. En sitio Web: <http://www.biologia.edu.ar/diversidadv/fasclIII/Caracter%C3%ADsticas-Rosidae.pdf>. [Consultado el 8 de Abril, 2008].
- Valdés, R. 2007. Efectos de residuos de plantas sobre el gorgojo pinto del frijol (*Zabrotes subfasciatus* Bohemann) y el gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae* L.) Tesis no publicada. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara. 58 p.
- Vila, Silvia K., R. Y. Hebe, L. A. Mroginski. 2005. Efecto del genotipo y del tipo de explante sobre la obtención de vástagos de Paraíso (*Melia azedarach* L.) mediante el cultivo *in Vitro* de explantes foliares. En sitio web: <http://www.unne.edu.ar/cyt/2002/05-Agrarias/A-039.pdf>. [Consultado el 15 de Mayo, 2008].
- Voysest, O. 1983. Variedades de frijol en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Cali-CO. 83p.
- Weaver, D. y B. Subramanyan. 2000. Botanicals. In: B. Subramanyan; D. W Hagstrum, ET (Ed.). Alternative to pesticides in stored-product IPM. Boston: Kluwer Academics, 200. p. 303-320.