

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



TRABAJO DE DIPLOMA



**Efecto de residuos de plantas sobre el
gorgojo pinto del frijol (*Zabrotes
subfasciatus* Bohemann).**

Autora: Anay Moya Alonso.

**Tutores: Dr. Edilberto Pozo Velázquez.
Ing. Roberto Valdés Herrera.**

2006

“AÑO DE LA REVOLUCIÓN ENERGÉTICA EN CUBA”

RESUMEN

Las investigaciones fueron realizadas en el laboratorio de Patología de Insectos del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), de la Universidad Central de Las Villas, entre los meses de diciembre del 2005 a junio del 2006. Se desarrolló un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de varios residuos de plantas para el combate de la plaga de granos de almacén *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera; Bruchidae). Las plantas empleadas fueron caisimón de anís, apasote, escoba amarga, salvia, sasafrás, ajo puerro y nim. Se evaluaron los efectos de las mismas en la ovoposición y en el tiempo de permanencia del insecto sobre cada residuo de planta. Se determinaron las Dosis Mínimas Necesarias a emplear contra *Z. subfasciatus* y los Tiempos Letales; así como el efecto del caisimón de anís sobre la germinación, longitud del tallo y longitud de la raíz de *P. vulgaris*. Los residuos del molinaje de apasote, salvia, escoba amarga y caisimón de anís presentaron menor tiempo de permanencia de la plaga. El apasote presentó mejor eficiencia pero el caisimón de anís es capaz de inhibir el 95 % de las puestas de huevos de *Z. subfasciatus* con una menor cantidad de polvo mezclado con los granos de frijoles y con un TL_{50} 8.99 y un TL_{95} de 12.60, lo que hace de este polvo vegetal el de mayor efectividad, por causarle la muerte a *Z. subfasciatus*. Los residuos de esta planta no poseen efecto inhibitor en la germinación de las semillas de *P. vulgaris*.

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	3
2.1. <i>Phaseolus vulgaris</i> (L.).....	3
2.1.1. Sistemática y características botánicas de <i>Phaseolus vulgaris</i> (L.).....	3
2.1.2. Origen, diversidad.....	3
2.1.3. Distribución e importancia.....	4
2.1.4. Pérdidas post-cosecha del cultivo provocadas por plagas insectiles.....	5
2.2. El gorgojo pinto del frijol (<i>Zabrotes subfasciatus</i> Boheman).....	6
2.2.1. Ciclo de vida.....	7
2.2.2. Medios de control.....	8
2.3. Alelopatía. Breve Reseña.....	9
2.3.1. Modo de liberación de las sustancias alelopáticas.....	10
2.3.2. Mecanismos de acción de las sustancias alelopáticas.....	10
2.3.3. Algunos factores que influyen en el fenómeno alelopático.....	10
2.3.4. Principales aplicaciones de la alelopatía en la agricultura.....	11
2.3.4.1. Efecto insecticida.....	11
2.4. Características botánicas de las plantas objeto de estudio.....	12
2.4.1. Ajo puerro (<i>Allium porrum</i> L.).....	12
2.4.2. Apasote (<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.).....	13
2.4.3. Caisimón de anís (<i>Piper auritum</i> Kunth).....	14
2.4.4. Escoba amarga (<i>Parthenium hysterophorus</i> L.).....	14
2.4.5. Nim (<i>Azadirachta indica</i> Juss.).....	15
2.4.6. Salvia (<i>Salvia officinalis</i> L.).....	16
2.4.7. Sasafraés (<i>Bursera graveolens</i> Triana & Planch).....	16
3. MATERIALES Y METODOS.	18
3.1. Efecto de los residuos de plantas sobre <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Bohemann).....	19
3.2. Determinación de los tiempos Letales (TL ₅₀ y TL ₉₅).....	21
3.3. Determinación de las Dosis Mínimas Necesarias (DL ₅₀ y DL ₉₅).....	21
3.4. Efecto del residuo del caisimón de anís sobre la germinación del frijol (<i>P. vulgaris</i>).....	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	23
4.1. Respuesta de <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Bohemann) ante la presencia de los residuos de plantas.....	23
4.2. Tiempos letales (TL ₅₀ y TL ₉₅) de <i>Z. subfasciatus</i>	26
4.3. Determinación de las Dosis Mínimas necesarias para inhibir las puestas de huevos de <i>Z. subfasciatus</i>	30
4.4. Efecto del residuo del caisimón de anís sobre la germinación del frijol (<i>P. vulgaris</i>).....	31
5. CONCLUSIONES.	33
6. RECOMENDACIONES.	34
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	35

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas a nivel mundial en el almacenamiento de granos, son las plagas de almacén. En los depósitos para los mismos se crean las condiciones para el desarrollo de los insectos por lo que, en la mayoría de los casos, el uso de insecticidas es el único método de control cuando no se adoptan adecuadas medidas de prevención (FONAIAP, 1988).

Las pérdidas por ataque de insectos en granos almacenados son cuantiosas a nivel mundial y se calcula por encima del 10%, esto se agrava en países tropicales donde la temperatura favorece el desarrollo de los insectos. Maes (2005) refiere que en estudios realizados en Centroamérica, el 70% de las pérdidas en los granos almacenados es causado por las plagas insectiles.

Según FONAIAP (1988) los efectos principales del ataque de insectos a los granos almacenados 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 los cambios resultantes de un calentamiento espontáneo debido a la actividad de los insectos, los que puede conllevar a un ataque por hongos, además de producir pérdidas en valor nutritivo, sabor y olor de los granos.

Dentro de las plagas responsables de las cuantiosas perdidas ocasionadas en los granos almacenados se incluye *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (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) en los climas cálidos y húmedos (FAO, 2005).

Z. subfasciatus se considera una de las dos principales plagas de mayor importancia económica que afectan el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en los almacenes (Alexandre, 2001). Este insecto se distribuye en regiones del Centro y Sur América y se desarrolla adecuadamente en climas cálidos y templados. Una de las características del daño que producen es al ovopositar sobre la testa de las semillas que van a ser almacenadas, y su estado larval lo desarrolla dentro del grano, barrenando el mismo (Bruner *et al.*, 1975; King y Saunders, 1984; Maes, 2005).

Esta plaga es controlada de manera convencional con la utilización de pastillas Phosphamina, aunque estas solo eliminan los adultos. No obstante, desde hace algunos años, se ha constatado que las pastillas hacen menos efecto, debido a la insecto-resistencia; además es peligroso para la salud humana y el medio ambiente (Maes, 2005).

La búsqueda de nuevas soluciones a estos problemas ha sumado a los extractos de plantas, como una opción para combatir estas plagas. Algunas sustancias naturales provocan en los insectos inhibición de la alimentación, crecimiento y ovoposición o tener 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; por esto ya se han evaluado una gran cantidad de polvos de origen vegetal, para el control de estos insectos en países como Brasil, México y Chile (Weaver & Subramanyan, 2000). Uno de los ensayos lo realizaron Rodríguez y López (2001) quienes utilizaron plantas como la chilca (*Senecio salignus*) para controlar *Z. subfasciatus*.

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 diferentes residuos vegetales pudiera establecerse la repelencia y no reproducción de *Z. subfasciatus*.

Para cumplimentar la hipótesis se trazó el siguiente objetivo general:

- Evaluar el efecto de varios residuos de plantas sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera; Bruchidae).

De este objetivo general se derivan los siguientes objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto de los residuos de varias plantas como repelentes de *Z. subfasciatus*.
2. Calcular y determinar los Tiempos Letales de los polvos de plantas más promisorios.
3. Determinar las Dosis Mínimas Necesarias a emplear contra *Z. subfasciatus*.
4. Evaluar el efecto del residuo vegetal más efectivo, en la germinación de *P. vulgaris*.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. *Phaseolus vulgaris* (L.).

2.1.1. Sistemática y características botánicas de *Phaseolus vulgaris* (L.).

Phaseolus vulgaris es un cultivo que pertenece al 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, y según algunos estudios, esta diferencia esta enmarcada generalmente en aquellos que se relacionan con la morfología de la planta (Debouck, 1991 y Mora, 1997; McClean *et al.*, 2004).

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 o trepadoras, y otras en forma de arbusto pequeño (Socorro y Martín, 1989). Las plantas de crecimiento indeterminado alcanzan una longitud que varía de 2 a 10 m, mientras que en las de crecimiento determinado solo alcanzan de 20 a 60 cm de altura. 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, por lo general presentan un engrosamiento entre el *hilum* y la *calaza* denominado *rafe*, en el que se puede diferenciar el callo (Socorro y Martín, 1998; UNEX, 2005).

El color de los granos puede ser uniforme, negros blancos, amarillo y también puede encontrarse los colores con diferentes variantes y en otras ocasiones tres colores diferentes, además pueden tener varias formas: cilíndricas, de riñón, esféricas u otras (Socorro y Martín, 1998).

2.1.2. Origen, 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 de este género es americano; debido a que 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).

Los procesos de domesticación ocurrieron empleando sólo una porción de la diversidad genética presente en las formas silvestres en cada zona, lo que condujo a la formación de grupos morfológicamente diferenciados de los genotipos cultivados. El frijol, término más difundido con el que se le conoce, también es conocido como caraota, fréjol, habichuela, feijão, alubia, judías, entre otros (Gepts y Debouck, 1991).

Las actuales variedades comerciales de frijol muestran una amplia gama de características morfológicas y agronómicas (Voyses y Dessert, 1991). Estas diferencias son útiles en programas de mejoramiento para seleccionar las plantas apropiadas según las necesidades de los diferentes países teniendo en cuenta las preferencias del consumo de la población (CIAT, 1982; PROFRIJOL, 1999).

2.1.3. Distribución e importancia.

Ya en el período precolombino, el frijol del riñón había ganado la aceptación más ancha y había seleccionado más intensivamente (Debouck, 1991). Sesenta años después del descubrimiento de América en 1492, el frijol era ampliamente cultivado en el occidente de Europa. De allí se distribuyó al resto de los países euroasiáticos. Se estima que la introducción de esta planta en África provino ya sea directamente del Brasil o indirectamente de Los Andes del Sur a través de Europa (Mora, 1997).

Las leguminosas, en particular los frijoles, forman parte de la alimentación básica en numerosos países y tienen la ventaja de aportar un complemento proteico a los regímenes alimentarios constituidos esencialmente de cereales (Grolleaud, 1997). Dentro de los representantes del género *Phaseolus*, *P. vulgaris* (L.) es la especie más importante en la alimentación en los países de Centro y Sur América y los ubicados en la región central y del Este en África (Mora, 1997).

McClellan *et al.* (2004) refieren que el frijol 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 su dieta.

2.1.4. Pérdidas post-cosecha del cultivo provocadas por plagas insectiles.

Estos productos son más difíciles de cosechar y de conservar que los cereales; debido a que en el momento de la maduración algunas vainas se abren o rompen dejando caer los granos al suelo. Además, son más vulnerables a los ataques de los insectos, en particular de los gorgojos que ponen sus huevos sobre las vainas de la planta o directamente sobre los granos que se encuentren descubiertos antes del momento de cosecha (Grolleaud, 1997).

COSUDE (2004) y FAO (2005) refieren que los gorgojos más importantes en el frijol son *Acanthoscelides obtectus* Say; *Callosobruchus maculatus* F. y *Zabrotes subfasciatus* Boheman. Alexandre (2001) expone que *Z. subfasciatus* es una de las dos plagas más importante en los granos almacenados; mientras que FAO (2006) refiere que este gorgojo es la plaga primaria más importante y severa que se encuentra asociada a los frijoles almacenados en América Central.

Estudios realizados en América Central vinculan el 70 por ciento de los granos que se malogran en esta etapa, al ataque de cerca de cien especies de insectos, de los cuales 20 son consideradas como plagas de importancia económica (Cuba, 2006; INTA, 2006). Fuentes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estiman que las pérdidas globales durante el período post-cosecha de los granos podrían alimentar a más de 130 millones de personas (Cuba, 2006).

Al momento de la cosecha, el contenido de agua de las leguminosas puede ser elevado por lo que es importante proceder al secado de las mismas hasta descender a un 12 ó 13 % de humedad de los granos. Esa tasa de humedad es generalmente satisfactoria para el almacenamiento seguro, pero desafortunadamente no basta para proteger los productos de los ataques de los gorgojos. Estos insectos son capaces de provocar grandes pérdidas económicas que oscilan entre un 9 a un 20 % del producto cosechado, alcanzando valores superiores en áreas tropicales y subtropicales (COSUDE, 2004; FAO, 2005; AgrEvo, 2005). Las larvas de estas

plagas se desarrollan dentro de las semillas y entran en el almacén junto con el producto, donde continuarán su desarrollo (FAO, 2005).

2.2. El gorgojo pinto del frijol (*Zabrotes subfasciatus* Boheman).

Zabrotes subfasciatus (Boheman) pertenece al orden *Coleoptera*, familia *Bruchidae*. Este insecto posee las siguientes sinonimias *Z. pectoralis* (Sharp), *Z. dorsopictus* (Lepesme), *Spermophagus pectoralis* (Herford) y *Spermophagus subfasciatus* (Boheman) (Tribelli y Velázquez, 1985; Herford, 1935 citado por OIRSA, 2005).

El gorgojo del frijol, *Z. subfasciatus* es originario de las regiones tropicales y subtropicales de América Central y del Sur, donde tenía como hospedante a *Phaseolus lunatus* L. y plantas silvestres de *P. vulgaris* L. (Bonet *et al.*, 1987). Bruner *et al.* (1975), afirman que *Z. Subfasciatus* llegó a Cuba procedente de México en granos almacenados. Este insecto no se considera una plaga de importancia económica en el campo, aunque su verdadera importancia se encuentra en los granos almacenados de frijol común (*P. vulgaris* L.), frijol lima, (*P. lunatus* L.) además puede atacar la soya (*Glycine max* L.) y algunos cereales almacenados (INTA, 2006). Carvalho y Rossetto (1968) refieren que *Z. subfasciatus* tiene poca capacidad de dispersión y ataca exclusivamente los frijoles almacenados. No obstante la especie ha sido propagada a muchos países de Europa por medio de frijoles 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* (4.5%), *Convolvulaceae* (4.5%), *Malvaceae* (2%) y 5 % pertenecen a 29 especies de otras familias. De acuerdo con Hopkins (1983) citado por Alexandre (2001), el patrón típico es que una especie de bruchideo ataque solo a una especie hospedante.

Z. subfasciatus es considerado el menor bruquido 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).

La mayoría de los bruquídeos son capaces de reproducirse en gran cantidad de leguminosas, pero como son pocas las que son producidas a grandes escalas, cada especie es generalmente considerada como depredadora de un tipo particular de semillas. Las especies de estos insectos pueden afectar la mayoría de las leguminosas (Howe y Currie, 1964).

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 bruquídeos, 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. Ciclo de vida.

INTA (2006) refiere que el ciclo biológico de *Z. subfasciatus* se completa en 8 semanas, el adulto vive de 2 a 4 semanas. La especie presenta dimorfismo sexual, siendo las hembras más grandes que los machos.

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 ser vulnerable a los daños físicos pero esto es insignificante debido a que las larvas eclosionan rápidamente (Carvalho y Rossetto, 1968; Southgate, 1979; King y Saunders, 1984; Taitella *et al.*, 2003). 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 (Dendy y Credland, 1991). El número medio 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).

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 prepara el agujero por donde saldrá 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) observaron que los machos y las hembras a 30°C y una humedad relativa del 70% son capaces de copular después de una hora de emerger de los granos, y las hembras comienzan a ovopositar de 2 a 30 horas después de la cópula. El periodo de prefecundación es de 1.2 ± 0.71 días y de 1.2 ± 1.10 días posfecundación antes de poner los huevos (Taitella *et al.*, 2003).

Estos mismos autores 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. Alexandre (2001) refiere que 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 periodo 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).

Alexandre (2001) refiere que cuando las hembras comienzan a ovopositar y son privadas del hospedante durante 5 días, estas reabsorben los huevos, perdiendo la capacidad para poder poner los mismos.

2.2.2. Medios de control.

En la actualidad 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, los organofosforados y la fosfina; que son insecticidas muy eficaces en estas condiciones (CENIAP, 1988; Schwartz *et al.*, 1993; ATSDR, 2003 y Cuba, 2006). Estos son generalmente muy tóxicos para insectos y mamíferos. Los piretroides llegan a permanecer mucho más tiempo en el ambiente que las piretrinas, debido a esto se emplean la Aletrina, Cypermctrina, Permetrina, Resmetrina, Tetrametrina (ATSDR, 2003).

Las fosfinas, un grupo muy eficaz obtenido a partir de hidrólisis del fosfato aluminio, es el insecticida más utilizado en el control de estos insectos, siendo recomendado para tratar los granos, como sustitución al Bromuro de Metilo. Comercialmente se le conoce como Phostoxín o Gastoxín y se debe de emplear a razón de 4 a 10 comprimidos por cada tonelada de granos a granel. En productos almacenados en sacos se utilizan cuatro comprimidos por m³ (CENIAP, 1988).

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 (Rodríguez y López, 2001; CENTA, 2005). Los beneficios económicos que se presentan con esta tecnología son por la reducción en los costos de producción del hongo y por las pequeñas cantidades que se utilizan para el control de los bruquidos; así como la no contaminación del medio ambiente (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 sazafrás.

2.3. Alelopatía. Breve Reseña.

Putnam (1988) refiere que el estudio de las capacidades alelopáticas se ha convertido en una práctica común con sólidos fundamentos científicos debido al fuerte desarrollo que ha experimentado en los últimos tiempos. 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., *Cyperus rotundus* (L.) y *Cynodon dactylon* (L.), entre otras, afectan la germinación y el desarrollo de muchas plantas cultivables (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 agente alelopático depende de su naturaleza química, existiendo cuatro formas fundamentales de liberación de los aleloquímicos: volatilización, lixiviación, exudados radicales y la descomposición de los residuos vegetales.

2.3.2. Mecanismos de acción de las sustancias alelopáticas.

Existen dos formas fundamentales de acción de los aleloquímicos sobre las plantas receptoras: directa e indirecta. Las alteraciones de las propiedades del suelo y su efecto sobre la nutrición y actividad de las poblaciones de plantas y microorganismos respectivamente, constituyen formas indirectas de actuar los aleloquímicos. En cambio, el efecto que ejercen sobre el crecimiento y el metabolismo vegetal se considera el modo de acción directa por el cual los mismos pueden perjudicar o beneficiar a las plantas o microorganismos (Blum y Kogan, 1992).

Entre los mecanismos de acción directa más estudiados se encuentran las alteraciones hormonales, el efecto sobre la actividad enzimática, sobre la fotosíntesis de las plantas, sobre la respiración y el efecto sobre procesos asociados a membranas (Hernández, 2004).

2.3.3. 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 (Lovett, 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) refieren 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.

2.3.4. Principales aplicaciones de la alelopatía en la agricultura.

Las investigaciones contemporáneas tienden a exponer el contexto de alelopatía, incluido 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, fungicida, entre otros (Lovett y Ryuntyu, 1992; Colombia, 2005).

2.3.4.1. 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 y de la síntesis de quitina; además pueden afectar el crecimiento, desarrollo, reproducción y el comportamiento de estos organismos (Guisaza, 2001).

Este mismo autor refiere que en el desarrollo de la agricultura, a través de los tiempos, se han utilizado diversos extractos de plantas con efecto insecticida, pero sin duda uno de los más importantes ha sido el extracto de Piretro, obtenido de flores secas de margarita (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), cuyos componentes activos son piretrinas, cinerinas y jasmolinas.

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 (*Eucaliptos* sp.) y el Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) contienen aleloquímicos en concentraciones tales que les confieren propiedades insecticidas contra pulgones, moscas blancas, chinches y hasta larvas de lepidópteros.

2.4. Características botánicas de las plantas objeto de estudio.

2.4.1. Ajo puerro (*Allium porrum* L.).

El Ajo puerro (*Allium porrum* L.) (Liliaceae) tiene hojas colores verde oscuro o amarillentos, planos, largos, lanceolados, estrechos, enteros y abiertos hacia arriba. Estas pueden alcanzar una altura de 25 a 40 cm. El bulbo tiene la misma construcción que el del ajo (*Allium sativum* L.) sin embargo, este queda blando y no se encama hasta finales del ciclo vegetativo. Es alargado blanco, brillante y presenta numerosas raíces pequeñas que van unidas a la base. La inflorescencia se produce en umbela esférica, es racemosa y las flores se insertan en el eje principal. Las semillas son numerosas, achatadas y de color negro, con capacidad germinativa de dos años (MINAGRI, 1986; Guenkov, 1974 e Infoagro, 2006).

Infoagro (2006) refiere que el puerro puede ser cultivado en suelos profundos y ricos en materia orgánica. No se adapta a suelos con excesiva alcalinidad o acidez. Las plantas no soportan los suelos pedregosos, mal drenados y poco profundos, pues los bulbos no se desarrollan adecuadamente. No obstante, USDA (2006) refiere que puede convertirse en una planta invasora.

Según Tzerevitinov (1949) citado por Guenkov (1974) el ajo puerro contiene 0.056-0.67% de azufre orgánico combinado; no obstante Guenkov (1974) refiere que contiene menos aceite esencial que la cebolla y el ajo, por consiguiente, es menos picante que estos. El ajo puerro es una hortaliza que cuenta con grandes propiedades debido a su alto contenido en vitaminas (A, B –tiamina, riovflamina, niacina y ácido ascórbico), agua, glúcidos, proteínas, lípidos, fibra, carbohidratos,

sodio, magnesio, hierro, fósforo, sílice, potasio, azufre, calcio, sales alcalinas, celulosa y esencia sulfo-azóica (Argentina, 2004).

2.4.2. Apasote (*Chenopodium ambrosioides* L.).

Chenopodium ambrosioides (L.) (*Chenopodiaceae*) 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 apazote, epazote, hierba hedionda, hierba sagrada, pazote, 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. Burkart (1987), 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, que presentan las 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, dolores de cabeza, dolor de garganta, hipo, tiene propiedades antiparasitarias, puede ser empleado como condimento de las comidas y se utiliza como repelente de las 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).

2.4.3. 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 Meridional, Guatemala, Panamá, Colombia Norteña). 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 (Katzner, 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, profundamente acorazonada, de hasta 32 cm de largo y 16 cm de ancho. El tallo presenta nudos grandes engrosados y la raíz es tipo mangle. 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 Katzner (2000) el aceite esencial de la planta (0,2%) es rico en safole (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).

2.4.4. Escoba amarga (*Parthenium hysterophorus* L.).

La escoba amarga, confitillo o artemisilla son nombres comunes con que se conoce la planta que los científicos registraron como *Parthenium hysterophorus* (L.) (Asteraceae). Según Liogier (1964), Infomed (2006) y PROCIMAF (2006) esta planta es anual, vellosa, muy ramosa, que puede alcanzar una longitud de 30-70 cm. Las hojas tienen formas aovadas a oblongas, pubescentes, de hasta 12 cm de largo. Los capítulos son en panojas de hasta 10 cm de diámetro y presentan brácteas aovadas, obtusas. La lígula de las flores es radiada, de color blanco, de 1 mm.

Liogier (1964) refiere que esta planta se utiliza como febrífuga, es amarga y muy corroborante. El principio activo más abundante es la partenina, una lactona sesquiterpénica a la que se le atribuye efecto antitumoral que es útil en tratamientos de neuralgias (Águila *et al.*, 2000). Infomed (2006) refiere que esta planta es utilizada tradicionalmente por la población en el tratamiento de la amebiasis.

Las sustancias con acción alelopática presentes en la escoba amarga son la partenina, coronopilina, ácido cafeico, p-cumárico, clorogénico, cumárico, hidroxibenzoico y vainílico. En estudios realizados con esta planta se demostró que la misma inhibe la germinación de algunas crucíferas (Sampietro, 2003).

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 altitud y puede vivir más de cien años. Florece por primera vez a la edad de 2 ó 3 años, dando frutos una vez al año. Las flores son blancas o crema, hermafroditas dispuestas en racimos. Las hojas son de tipo imparipinnadas con folíolos de color verde claro e intenso en dependencia de las condiciones agroclimáticas. El fruto es en forma de drupa y las semillas son de tamaño variable, y su color es blanco cuando esta seca (Parrotta y Chaturvedi, 1994; Cuba, 2002).

AUPEC (2005) refiere que la semilla del nim tiene 20% de aceite y de éste, el 2% esta formado por compuestos activos de alto potencial para la fabricación de productos farmacéuticos e insecticidas, jabones y artículos de tocador.

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. El azadiractín afecta la fisiología de los insectos simulando una hormona natural (NRC, 1992 citado por Stoney y Hughes, 1998).

2.4.6. Salvia (*Salvia officinalis* L.).

Según Herbotecnia (2006) la *S. officinalis* (Familia Lamiaceae) es originaria del mediterráneo oriental aunque es cultivada en varias partes del mundo. Esta planta es conocida como salvia, salvia real, sobe, salva, sage, sauge, entre otros (EROSKI, 2006; Murcia y Hoyos, 2001). El nombre de Salvia viene del latín "salvare" que significa "ser salvado", en alusión a las propiedades que se le atribuyen a esta planta. La salvia crece en terrenos calcáreos, se adapta perfectamente en suelos poco profundos y laderas rocosas, generalmente requiere de ambientes secos y soleados.

Roig (1974); Murcia y Hoyos (2001); Evans (2004) y Herbotecnia (2006) refieren que la salvia es una hierba aromática perenne. La planta presenta hojas simples oblongo-lanceoladas, algunas veces auriculadas en la base, de 8 a 12 cm o más de largo. Las inferiores son pecioladas y las superiores casi sentadas, más pequeñas y acuminadas. Su olor es grato, fuerte y característico y el sabor aromático y amargo. Flores azules aglomeradas en espigas, racimos o panículas (España, 2006).

Esta planta contiene hasta un 2,5% de aceite esencial que concentra thuyona (compuesto tóxico denominado salviol), flavonoides, principios amargos y taninos, lo que le confiere a la salvia sus propiedades antisépticas, antiinflamatorias, emolientes y astringentes (Eroski, 2006). Herbotecnia (2006) refiere que otros compuestos son los ácidos ursólico, rosmarínico, cafeico y clorogénico, sustancias flavonoides, glucósidos de la luteolina y de la apigenina. La esencia está localizada en toda la planta, pero especialmente en hojas y flores. En su composición química están presentes también (5 a 35%), terpenos, pineno, cineol, borneol y ésteres. En algunos países se siembra en jardines debido a que mantiene alejadas a las orugas que atacan las plantas ornamentales. (Murcia y Hoyos, 2001).

2.4.7. Sasafrás (*Bursera graveolens* Triana & Planch).

Bursera graveolens (Triana & Planch) es conocido en el mundo como palo santo o crispin, aunque en Cuba se le conoce comúnmente como sasafrás. Se encuentra distribuido en algunos países americanos (Roig, 1974; GRIN, 2005) aunque

Grandtner (2005) refiere que solo se localiza en México, Costa Rica, Ecuador, Perú, Colombia y Cuba.

Es un árbol de 12 a 15 m de alto que presenta una corteza lisa grisácea o azul verdusca. Sus hojas son xerofíticas, se encuentran dispuestas de forma alterna, son compuestas, imparipimadas con el raquis alado. Las flores se agrupan en panojas, presentan el cáliz verde y ciliado. Los pétalos son de color crema, presenta 8 estambres amarillos, y las anteras osificadas. El ovario es ovoide o globos con el estigma es capitado. El fruto es una drupa resinosa (Ecuador, 2005).

Según Espinoza *et al.* (2000) este árbol se puede encontrar creciendo en acantilados rocosos de serpentina; aunque puede ser utilizado como cercas vivas por la facilidad de propagación a través de estacas (Roig, 1974). Esta planta se emplea con fines medicinales debido a que la infusión de las hojas alivia los accesos de la tos ferina. Además, la madera al ser quemada emite vapores que repelen los insectos. Dentro de las sustancias que contiene se pueden mencionar las oleorresinas, los aceites esenciales y el geraniol (Ecuador, 2005).

Roig (1974) refiere que las hojas pueden ser utilizadas como insecticidas y en trabajos realizados por Puente *et al.* (2003) se demostró las potencialidades de los extractos de esta planta en el combate de algunas especies de hongos fitopatógenos.

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 de Las Villas, entre los meses de diciembre del 2005 a Junio del 2006.

Se colectaron insectos en su estado adulto de la especie *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 Stock (2004) citado por Ramírez (2005). Posteriormente se colocaron en frascos de cristal de 5 L de capacidad y se les suministró granos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Mulangri-112. Para un mantenimiento genético de la especie *Z. subfasciatus*, cada tres meses a esta cría se le introdujeron individuos provenientes de silos, luego de cuarentenados, para evitar el efecto de consanguinidad (Rodríguez *et al.*, 2000).

Después de varias generaciones fueron seleccionados los insectos adultos que se emplearon en los experimentos de laboratorio, de 2 días de emergidos, sin que tuvieran contacto con granos de frijoles, para garantizar que las hembras estuvieran fecundadas (Rodríguez y López, 2001).

Las plantas que se emplearon en los experimentos (tabla 1) fueron colectadas en horas de la mañana y se secaron al sol durante 3 días, posteriormente se colocaron durante 2 horas en una estufa a 60°C (Rodríguez, 2005). Después de esta operación, 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 la investigación.

No.	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Estado Fenológico
1	Ajo puerro	<i>Allium porrum</i> L.	<i>Liliaceae</i>	Crecimiento Vegetativo
2	Apasote	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	<i>Chenopodiaceae</i>	Floración
3	Caisimón de anís	<i>Piper auritum</i> Kunth	<i>Piperaceae</i>	Floración
4	Escoba amarga	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	<i>Asteraceae</i>	Floración
5	Nim o Neem	<i>Azadirachta indica</i> Juss.	<i>Meliaceae</i>	Floración
6	Salvia	<i>Salvia officinalis</i> L.	<i>Lamiaceae</i>	Floración
7	Sasafrás	<i>Bursera graveolens</i> Triana & Planch	<i>Burseraceae</i>	Crecimiento Vegetativo

3.1. Efecto de los residuos de plantas sobre *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann).

Para conocer el efecto de los diferentes residuos vegetales sobre los insectos adultos de *Z. subfasciatus* se realizaron 2 variantes. La primera consistió en conocer el tiempo de permanencia de un insecto hembra sobre granos de frijol mezclados con los residuos de cada planta; y la segunda en conocer el comportamiento de una población del insecto ante la presencia de los mismos. (Ramírez, 2005). Los tratamientos consistieron en mezclar los polvos obtenidos del molinaje con los granos de frijol en una proporción de peso reflejados en la tabla 2. Las pesadas de los tratamientos se realizaron con una balanza digital Sartorius con precisión de 0,1 mg.

En ambas variantes se realizaron 8 tratamientos y se emplearon placas de Petri de 12 cm de diámetro por 1.5 de alto. Las placas se dividieron por cuadrantes de igual área y se colocó un tratamiento en cada cuadrante (Figura 1).

Tabla 2. Tratamientos empleados en el experimento.

Tratamiento	Relación de peso Grano: polvo (g)		Tratamiento	Relación de peso Grano: polvo (g)
Ajo puerro	1: 0.2		Nim	1: 0.2
Apasote	1: 0.2		Salvia	1: 0.2
Caisimón de anís	1: 0.2		Sasafrás	1: 0.2
Escoba amarga	1: 0.2		Testigo	1: 0.0

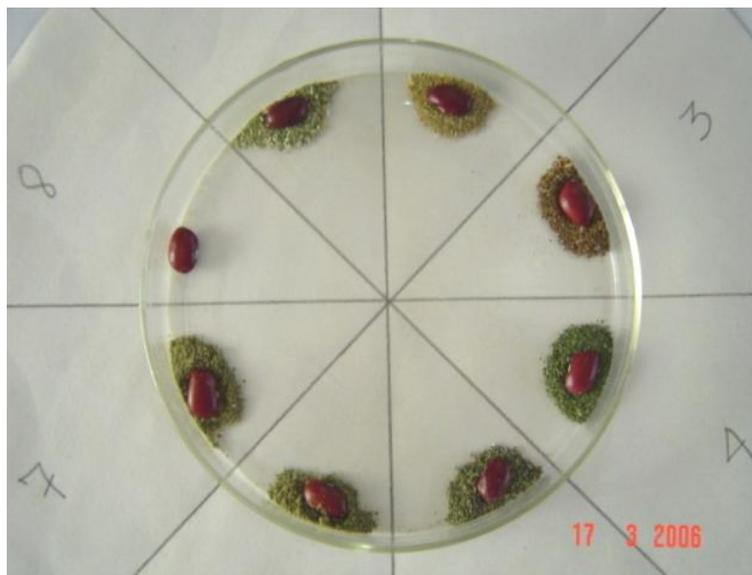


Figura 1. Diagrama de la colocación de los granos de frijol con los diferentes tratamientos y el testigo.

En la primera variante fue colocado un insecto adulto hembra en el centro de la placa Petri. El experimento contó con 30 réplicas y la posición de cada tratamiento varió en su colocación según la situación con respecto a los puntos cardinales y a la ubicación del insecto. Se realizaron evaluaciones cada 1 hora hasta completar un total de 30 horas.

Terminado el experimento se comparó el tiempo de permanencia del insecto sobre cada residuo de planta; así como el número de huevos puestos por el mismo en los tratamientos. En el conteo de huevos se empleó un microscopio estereoscopio "Olimpus".

En la segunda variante se colocaron 10 insectos (8 hembras y 2 machos) en el centro de la placa. El experimento contó de 15 réplicas y las evaluaciones se realizaron de forma similar a la variante anterior. En el experimento se comparó el porcentaje de insectos que se encontraron en cada tratamiento en los momentos de las evaluaciones; así como el número de huevos puestos por las hembras sobre los mismos.

Todos los resultados 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 estadísticos Statistix ver.1 y su programa ANOVA. Para determinar diferencias significativas se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de confianza de un 95%.

3.2. Determinación de los tiempos Letales (TL₅₀ y TL₉₅).

En la determinación de los tiempos letales se colocaron 5 g de granos de frijoles mezclados con 0.80 g de los residuos de plantas seleccionadas (-epígrafe 3.1-). Posteriormente fueron colocados 10 insectos adultos (8 hembras y 2 machos). El experimento contó con 5 réplicas y un testigo (sin aplicación de residuos de plantas) utilizando placas de Petri de 9 cm de diámetro. Las evaluaciones se realizaron cada 24 horas, durante 11 días, en las mismas se anotó el número de insectos que no coordinaban sus movimientos e insectos muertos. Al finalizar se procedió al conteo del número de huevos puestos en los tratamientos.

En el experimento se evaluó la rapidez de acción de los residuos sobre los insectos, determinando el tiempo necesario para producir un 50% (TL₅₀) ó un 95% (TL₉₅) de mortalidad en la población. Los porcentajes de mortalidad fueron sometidos al análisis Probit, utilizando el paquete de análisis estadísticos STATGRAPHICS Plus ver. 5.0 soportados sobre Microsoft Windows 2000.

A partir de los gráficos de tiempo-mortalidad se conocieron los tiempos letales, que permitieron evaluar la acción de los diferentes residuos y predecir cuánto tiempo es necesario para provocar la muerte de una determinada población del insecto (Evans, 2004). Los residuos de las plantas que mejores resultados presentaron fueron seleccionados para determinar las dosis mínimas necesarias en el control de este insecto.

3.3. Determinación de las Dosis Mínimas Necesarias (DL₅₀ y DL₉₅).

Para establecer la dosis mínima a emplear contra *Z. subfasciatus* se realizó un ensayo con los residuos de las plantas más promisorias. En el mismo se colocaron 5 g de semillas de frijol mezcladas con diferentes dosificaciones de los residuos de plantas (tabla 3) se realizando 5 repeticiones para cada dosis. En el experimento se utilizó la misma metodología de trabajo, que la empleada para la estimación de los tiempos letales (Rosales y Suárez, 1998).

Tabla 3. Dosificaciones de residuos empleadas en el experimento.

Tratamiento	Relación de peso Grano: polvo (g)	Tratamiento	Relación de peso Grano: polvo (g)
Apasote	1:0.200	Caisimón de anís	1:0.200
	1:0.150		1:0.150
	1:0.100		1:0.100
	1:0.050		1:0.050
	1:0.025		1:0.025

Pasados 15 días fueron contados el número de huevos puestos por los insectos en cada tratamiento. Posteriormente todos los resultados fueron analizados mediante el empleo del paquete de programas STATGRAPHICS Plus ver. 5.0 para Windows y su programa Análisis Probit, estimando la dosis en la cual la ovoposición de los insectos se inhibe en un 50 y 95 %.

3.4. Efecto del residuo del Caisimón de Anís sobre la germinación del frijol (*P. vulgaris*).

En la determinación del efecto que presentan los residuos del caisimón de anís sobre la germinación del frijol se tomaron 25 g de semillas. Después de desinfectadas, según la metodología referida por Hernández (2004), se mezclaron las semillas y los residuos de la planta, con una relación de peso grano:polvo igual a 1:0.1 .

Pasados 3 días se tomaron 8 semillas de frijol las cuales fueron colocadas en una cámara húmeda, utilizando placa de Petri de 11 cm de diámetro por 1.5 cm de altura con papel de filtro. El experimento contó de 5 réplicas y un tratamiento testigo con igual número de réplicas. Las placas fueron mantenidas a temperatura ambiente y luz natural difusa. A los 7 días se evaluó la germinación, longitud del tallo y longitud de la raíz de las plántulas. Todos los resultados fueron analizados mediante el empleo de los programas STATGRAPHICS Plus ver. 5.0 para Windows.

Resultados y Discusión



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Respuesta de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) ante la presencia de los residuos de plantas.

En el comportamiento individual de *Z. subfasciatus* ante los diversos tratamientos se observó que el adulto de este insecto mostró preferencias por el tratamiento testigo, sobre el cual estuvo 12.85 horas como promedio. Este tratamiento no mostró diferencias significativas con el sasafrás (3.10 horas) aunque si presentó diferencias con los otros residuos evaluados. Los tratamientos que fueron menos preferidos por *Z. subfasciatus* fueron los de escoba amarga, ajo puerro, caisimón de anís y salvia, en los cuales el insecto permaneció menos de una hora, sin diferencias significativas entre sí (tabla 4).

Tabla 4. Tiempo de permanencia de *Z. subfasciatus* en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Tiempo Promedio (h)	Medias de Rangos
Testigo	12.85	136.03 a
Sasafrás	3.10	96.38 ab
Nim	1.70	65.20 b
Apasote	1.65	60.43 b
Salvia	0.95	57.48 b
Caisimón de Anís	0.50	65.83 b
Ajo Puerro	0.15	88.43 b
Escoba Amarga	0.10	74.25 b
Valor crítico de Comparación	-----	45.76

Letras diferentes en una misma columna denotan diferencias significativas según Kruskal-Wallis para un alfa de 0.05.

Al analizar el número de huevos que fueron ovopositados por los insectos sobre cada residuo (tabla 5) se observa que no existe correlación entre el tiempo de permanencia del insecto en los diferentes tratamientos y el número de huevos colocados por el mismo en los tratamientos. El número de huevos que el insecto ovopositó fue de 8.3, como promedio, en las 30 horas evaluadas. La mayor cantidad de huevos fueron ovopositados en el tratamiento de sasafrás, seguido del testigo con 3.5 y 3.3 huevos respectivamente. El insecto no ovopositó en los tratamientos de apasote, caisimón de anís y nim, aunque en este último el insecto permaneció por más de 1.5 horas.

Tabla 5. Número de huevos puestos por *Z. subfasciatus* sobre los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Promedio de huevos	Medias de Rangos
Sasafrás	3.50	138.17 a
Testigo	3.30	135.73 ab
Ajo Puerro	0.95	90.05 bc
Escoba Amarga	0.40	63.53 c
Salvia	0.15	59.03 c
Apasote	0.00	52.50 c
Caisimón de Anís	0.00	52.50 c
Nim	0.00	52.50 c
Valor critico de Comparación	-----	45.77

Letras diferentes en una misma columna denotan diferencias significativas según Kruskal-Wallis para un alfa de 0.05.

En el tratamiento nim el insecto no realizó puestas de huevos lo que evidencia su posible efectividad en el control de esta plaga, aunque Ramírez (2005) refiere que esta planta no es efectiva en el combate este insecto debido a que *Z. subfasciatus* es capaz de ovopositar sobre los granos cuando estos son tratados con polvos proveniente de hojas molinadas de este árbol.

En la variante realizada para conocer cual es el comportamiento poblacional del insecto, los resultados difieren a los obtenidos en la variante individual. En este caso el mayor número de individuos sobre los granos de frijoles mezclados con polvos siempre fueron los tratamientos testigo y sasafrás (superior al 10%), seguido del tratamiento ajo puerro. Los tratamientos apasote, caisimón de anís, salvia y escoba amarga no tienen diferencias significativas entre sí, estos presentaron siempre un promedio de insectos por cada tratamiento inferior al 5 %. El tratamiento nim, a pesar de que en las primeras 20 horas del experimento el insecto mostró un comportamiento muy parecido a los tratamientos mencionados anteriormente, tuvo un porcentaje de insectos superior al 5 % en las últimas 10 horas (figura 2).

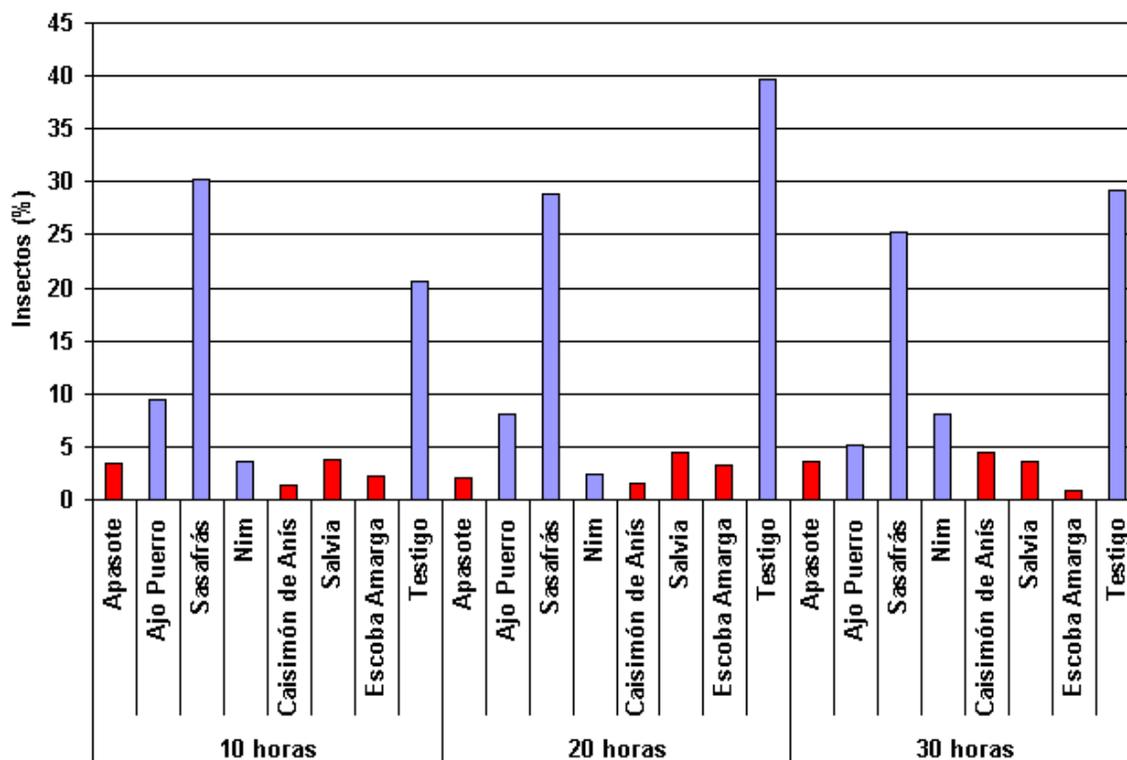


Figura 2. Insectos observados sobre cada tratamiento.

En todos los tratamientos el insecto puso huevos aunque estos resultados no coinciden con los referidos por Ramírez (2005) quien expone que *Z. subfasciatus* no ovopositó en los tratamientos con caisimón de anís, hierba buena y apasote.

El número de huevos promedio por cada réplica fue de 72.6 huevos. La mayor cantidad de huevos fueron puestos en el tratamiento de sasafrás, seguido del testigo y del ajo puerro con 24.6, 16.6 y 16.4 promedio de huevos respectivamente (tabla 6). Estos tratamientos no mostraron diferencias significativas entre sí, aunque el tratamiento testigo tuvo diferencias con respecto al caisimón de anís, apasote y salvia, los que tuvieron un promedio de huevos inferior a 3 por tratamiento.

Estos resultados demuestran la preferencia del insecto sobre los frijoles que contienen sasafrás, evidenciado porque las hembras de la especie ovopositaron mayor número de huevos sobre este tratamiento que en el tratamiento testigo.

Tabla 6. Promedio de huevos de *Z. subfasciatus* en poblaciones sobre los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Promedio de huevos	Medias de Rangos
Sasafrás	24.60	35.80 a
Testigo	16.60	31.60 ab
Ajo Puerro	16.40	31.40 ab
Nim	6.00	19.90 ab
Escoba Amarga	5.00	18.20 abc
Caisimón de Anís	2.00	11.70 bc
Apasote	1.60	9.90 bc
Salvia	0.40	5.50 c
Valor crítico de Comparación	-----	23.10

Letras diferentes en una misma columna denotan diferencias significativas según Kruskal-Wallis para un alfa de 0.05.

En el Nim el insecto puso huevos, aunque Rodríguez (2000), AUPEC (2005), Colombia (2005) y Silva (2005) refieren que esta planta es muy empleada en el combate de diversas plagas de importancia económica, dentro de las cuales se incluyen los gorgojos de los granos. En estudios realizados por Rodríguez y López (2001), con el propósito de rescatar el uso de extractos vegetales para el control de plagas, comprobaron que el Nim solo provocó un 17 % de mortalidad en los insectos de *Z. subfasciatus*. A los 52 días después de la infestación, existió un 8.8 % de incremento de los daños en los granos tratados, demostrando la ineficacia de esta planta en el control de esta plaga.

Estos resultados nos brindan una clara idea de las relaciones y preferencias de este insecto con las distintas plantas utilizadas en el experimento. Los tratamientos de apasote, salvia, escoba amarga y caisimón de anís presentaron menor tiempo de permanencia, menor población del insecto y menor cantidad de puestas de huevos en el período evaluado, por esto se seleccionaron para determinar el potencial de cada residuo en el combate de la plaga.

4.2. Tiempos letales (TL₅₀ y TL₉₅) de *Z. subfasciatus*.

El comportamiento de los insectos durante los primeros 11 días fue diferente para cada tratamiento. En los tratamientos caisimón de anís y apasote se apreció incoordinación en los movimientos de los insectos desde las primeras 48 horas del experimento (figuras 3); un detalle importante que influyó grandemente en el número

de huevos ovopositados. El efecto de incoordinación fue superior al 30 % después del segundo día en los tratamientos salvia y escoba amarga.

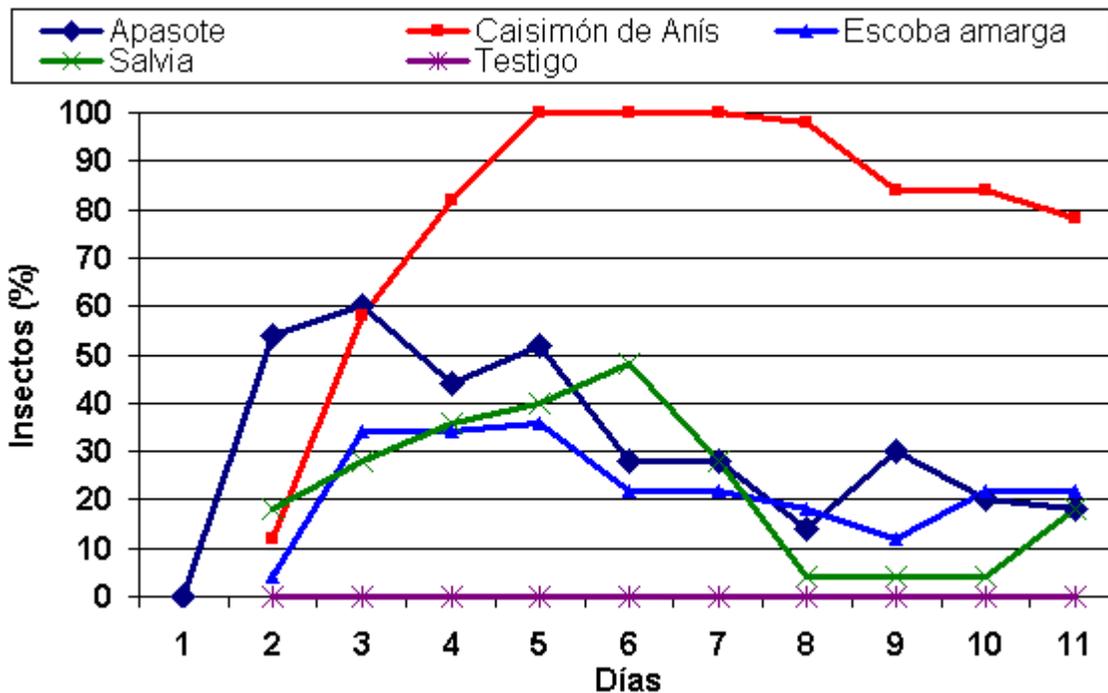


Figura 3. Insectos con incoordinación de movimientos.

Las curvas obtenidas en el análisis Probit indican una tendencia ascendente en la mortalidad causada por el tiempo de exposición de los insectos a los polvos de plantas utilizados (figura 4). La fluctuación de insectos que tuvieron incoordinación en sus movimientos se debió a que dejaron de moverse durante un tiempo y posteriormente murieron. Resultados similares fueron alcanzados por Ramírez (2005) cuando refiere que al ser empleado polvos de caisimón de anís, hierba buena y apasote para controlar *Z. subfasciatus*, los insectos adultos mueren al aumentar el tiempo de exposición de estos a las sustancias alelopáticas que se van liberando de los residuos de las plantas mezcladas con granos de frijoles.

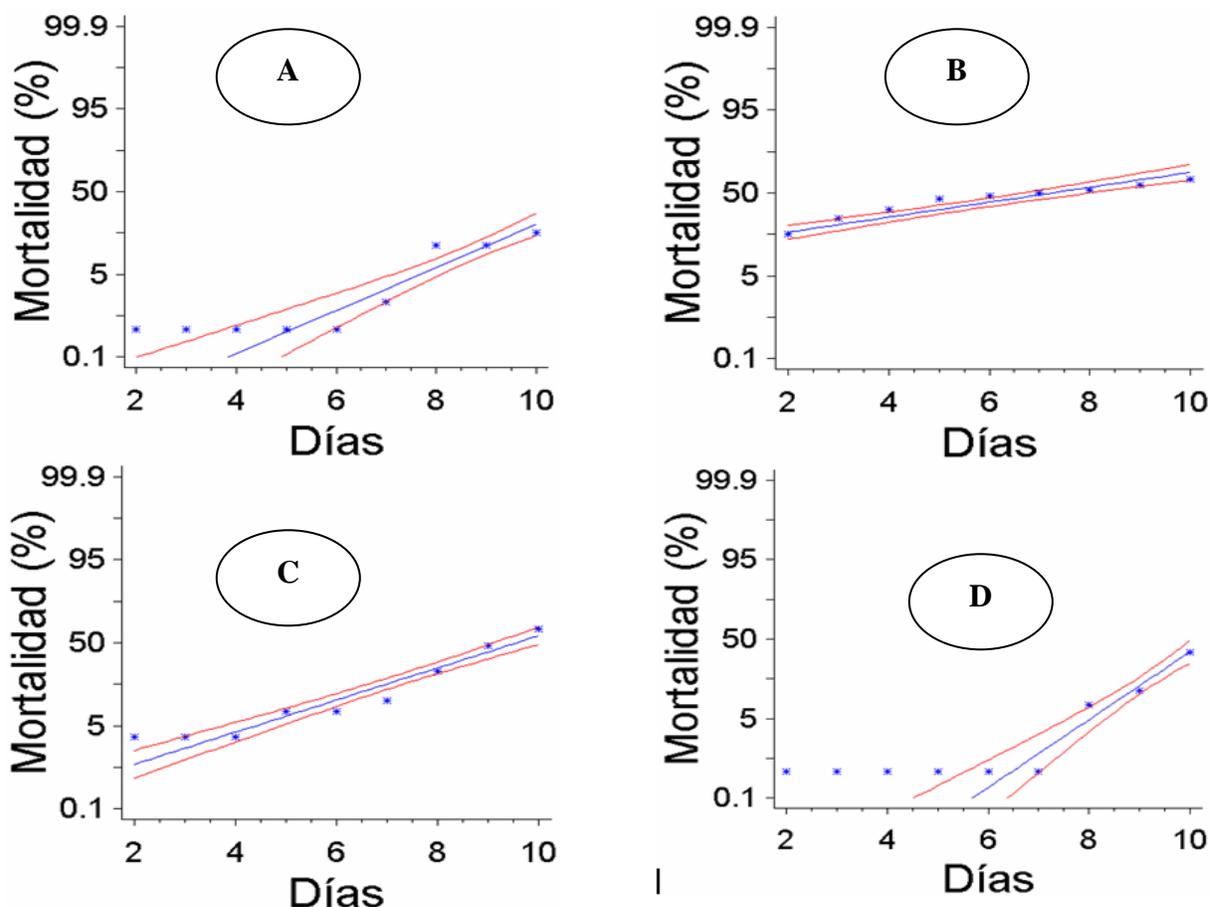


Figura 4. Análisis Probit de los Tiempos Letales de los diferentes tratamientos.

A-Caisimón de anís; B-Apazote; C-Escoba amarga; D-Salvia.

En el tratamiento testigo todos los insectos permanecieron vivos y ovopositaron un promedio de 32 huevos por cada hembra. Los resultados en el Caisimón de anís coinciden con los obtenidos por Rodríguez y López (2001) cuando refieren que en estos residuos el 33.33% de los insectos mueren después del sexto día.

Al evaluar la rapidez de acción de los polvos de las plantas sobre la población de *Z. subfasciatus*, se determinó los límites de confianza para cada tiempo letal, se obtiene un rango con los valores máximos y mínimos del tiempo que se necesita para que ocurran las mortalidades antes indicadas; lo que nos permite comparar los diferentes residuos empleados en el experimento (Evans, 2004). Rosales y Suárez (1998) refieren que si los límites de confianza se superponen la acción de los productos se considera similar, aún cuando el valor del tiempo letal (50 ó 95) sea diferente entre ellos. Si no se superponen, claramente se puede establecer que existen diferencias entre los residuos de las plantas.

En la tabla 7 se observa que el mejor tratamiento en general fue Caisimón de anís con un TL_{50} 8.99 y un TL_{95} de 12.60, lo que hace de este polvo vegetal el de mayor efectividad por causarle la muerte a *Z. subfasciatus*. Para el caso del TL_{50} solo fue superado por el apasote (6.25), pero este fue muy superior (17.24 días) al resto de los tratamientos en un TL_{95} . Estos tratamientos dieron diferencias significativas entre sí.

Tabla 7. Estimación de los tiempos letales y límites de confianza de los residuos de plantas sobre adultos de *Z. subfasciatus*.

Tratamiento	TL_{50} (Días)	Límite de conf. (95%)	TL_{95} (Días)	Límite de conf. (95%)	Ecuación del análisis Probit	*Porc. de desv.	Promedio de huevos por réplica
Apasote	6.25	5.49-7.12	17.24	14.66-21.7	$-0.93+0.15*X$	84.39	24.00
Salvia	10.37	9.92-11.19	12.87	11.84-14.96	$-6.83+0.66*X$	92.96	64.00
Caisimón de anís	8.99	8.6 - 9.5	12.60	11.73 - 13.9	$-4.1+0.46*X$	93.49	0.00
Escoba amarga	9.60	8.94-10.41	15.06	13.59-17.32	$-2.86 +0.3*X$	90.96	68.00

*Porcentaje de desviación

Los mayores TL_{50} fueron los obtenidos en los tratamientos de salvia y escoba amarga en los cuales no existieron diferencias significativas entre si debido a que los límites de confianza se superponen. La ecuación de regresión tiempo-mortalidad, permite predecir en cuánto tiempo morirá un determinado porcentaje de la población del insecto después que ha sido expuesto a un tratamiento determinado.

Al evaluar el promedio de granos afectados (tabla 8) se aprecia que los mejores tratamientos fueron el caisimón de anís, seguido del apasote con 0.0 y 8.4 % respectivamente. Los menores promedios de huevos por cada hembra correspondieron a los tratamientos mencionados anteriormente.

Tabla 8. Porcentaje de granos afectados y número de ovoposiciones de *Z. subfasciatus*.

Tratamiento	Granos afectados (%)	Promedio de huevos por hembra
Apasote	8.40	2.95
Caisimón de Anís	0.00	0.00
Salvia	14.40	7.95
Escoba amarga	17.80	8.45
Testigo	100	36.00

Barbosa *et al.* (2005) refieren que las partículas menores de 1mm afectan directamente el número de puestas que es ovopositada por *Z. subfasciatus*; aunque no hacen alusión al efecto que ejercen sobre los insectos los componentes volátiles que se van liberando a medida que se descompone un residuo vegetal. Estos autores recomiendan dosis elevadas de residuos vegetales para poder obtener un control eficiente del insecto. De ahí la importancia de buscar alternativas que permitan reducir la dosis de aplicación.

Hay que tener en cuenta que los residuos de caisimón de anís influyen poco en el tiempo de vida de los insectos, pero el número promedio de huevos ovopositados en cada réplica fue nulo, demostrando de esta forma que altera considerablemente el normal comportamiento de los insectos. Resultados similares fueron obtenidos por Ramírez (2005) aunque este refiere que el número de huevos ovopositados en este tratamiento fue de 5 por cada réplica montada.

4.3. Determinación de las Dosis Mínimas necesarias para inhibir las puestas de huevos de *Z. subfasciatus*.

Los resultados de la comparación del análisis Probit (Tabla 9) indican que el tratamiento con polvo de caisimón de anís tuvo menor DL_{50} y DL_{95} con 0.07 y 0.79 g respectivamente. En los tratamientos evaluados el efecto de la acción de los residuos sobre la ovoposición del gorgojo se manifestó a partir de la dosis mínima de 0.025 g de polvo/granos. Al superponerse los diferentes límites de confianzas de los residuos en la dosis media DL_{50} se aprecia que no existe diferencias significativas entre los tratamientos por lo cual se obtienen resultados similares cuando se utiliza uno u otro con el propósito de inhibir al 50 % las puestas de huevos de los insectos. En la dosis 95% de inhibición de puestas si existen diferencias significativas entre el caisimón de anís y el apasote, por lo que se pueden considerar que el caisimón es más agresivo, en cuanto a su acción sobre el insecto.

A partir de las dosis letales, se calculó la efectividad biológica de los residuos empleados, la cual es la relación DL_{95}/DL_{50} , a fin de conocer cuántas veces es necesario incrementar la DL_{50} para obtener la DL_{95} de inhibición. Este parámetro se utiliza como indicativo de la eficiencia del producto sobre el insecto plaga (Lacey and

Singer 1982; Delgado 1996; citados por Rosales y Suárez, 1998). Un menor valor indica mayor eficiencia del producto biológico.

Tabla 9. Estimación de las dosis de inhibición de ovoposición de adultos de *Z. subfasciatus*.

Parámetros	Residuos	
	Apasote	Caisimón de Anís
Ecuación	$-0.18+1.37*\text{Dosis}$	$-0.16+2.28*\text{Dosis}$
Dosis 50% de inhibición de puestas (g)	0.13	0.07
Límites de Confianza (Dosis 50%)	0.05 - 0.20	0.01 - 0.12
Dosis 95% de inhibición de puestas (g)	1.33	0.79
Límites de Confianza (Dosis 95 %)	1.20 - 1.50	0.73 - 0.86
Porc. de desviación	89.10	91.23
Eficiencia biológica (D95% / D50%)	10.23	11.29

Se puede apreciar que el apasote presenta una eficiencia superior a la alcanzada con el caisimón de anís. Esta eficiencia se debe a que solamente se tiene que aumentar la D50% en 10.23 veces para inhibir el 95% de las puestas en la población del insecto; con el caisimón de anís se debe de aumentar la D50% 11.29 veces. Es importante destacar que la eficiencia biológica es un factor de gran valor a tener en cuenta; pero existen otros factores que deben considerarse cuando se seleccione un residuo en el control de un insecto plaga. El apasote presentó mejor eficiencia pero el caisimón de anís es capaz de inhibir el 95 % de las puestas de huevos con una menor cantidad de polvo mezclado con los granos de frijoles.

4.4. Efecto del residuo del caisimón de anís sobre la germinación del frijol (*P. vulgaris*).

En la tabla 10 se muestra el efecto de los residuos de caisimón de anís sobre la germinación de las semillas de frijol, la longitud del tallo y el crecimiento de la raíz. El porcentaje de germinación fue del 100%, no existiendo diferencias entre los tratamientos, lo que demuestra que los compuestos existentes en el residuo de esta planta, 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 influye en el mismo la concentración de los compuestos alelopáticos que entran en contacto con las semillas.

Tabla 10. 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	Germinación (%)	Longitud del tallo (cm)	Longitud de la raíz (cm)
Caisimón de anís	100	3.36 a	9.11 a
Testigo	100	2.22 b	7.27 a
EE	----	0.24	0.71

*Letras diferentes en una misma columna denotan diferencias significativas según Duncan para un $p\text{-value} \leq 0.05$

En el experimento se obtuvo un efecto estimulante del desarrollo radicular y del crecimiento del tallo, existiendo diferencias significativas con el testigo con respecto a la longitud del tallo, no siendo así con la longitud de la raíz. 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 al efecto de las sustancias alelopáticas. 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 se agregan al medio y pueden ser tóxicas, estimulantes o inocuas para otros.

Conclusiones



5. CONCLUSIONES.

1. Los residuos del molinaje de escoba amarga, ajo puerro, caisimón de anís y salvia fueron los que mayor efecto de repelencia tuvieron, tanto en la permanencia como en el número de huevos puestos por *Z. subfasciatus*, en los cuales el insecto permaneció menos de una hora.
2. No existió correlación entre el tiempo de permanencia del insecto en los diferentes tratamientos y el número de huevos puestos. La mayor cantidad de huevos fueron ovopositados sobre sasafrás. *Z. subfasciatus* no ovopositó sobre apasote, caisimón de anís y nim.
3. El mejor tratamiento en el combate *Z. subfasciatus* con un TL_{50} 8.99 y un TL_{95} de 12.60, fue el caisimón de anís.
4. Las mejores DL_{50} y DL_{95} se obtuvieron con los residuos de caisimón de anís con de 0.07 y 0.79 g respectivamente, aunque el apasote fue el de mayor eficiencia para lograr una inhibición del 95 % con sólo un aumento de 10.23 veces sin diferencias significativas con el caisimón de anís.
5. Los residuos de vegetales no tuvieron un efecto negativo en la germinación del frijol.

Recomendaciones

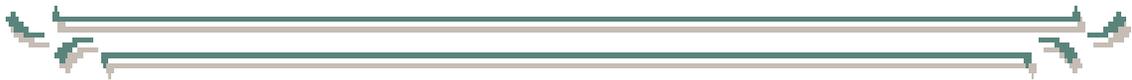


6. RECOMENDACIONES.

De acuerdo con las conclusiones expuestas hacemos las siguientes recomendaciones:

1. Continuar estas pruebas 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.

Referencias Bibliográficas



7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- AgrEvo. 2005. Principales problemas: Plagas de los granos almacenados: maíz, arroz, sorgo y trigo. Venezuela. En sitio Web: <http://www.reshet.net/agrevo/02a-cont.html>. [Consultado el 21 de Abril 2006].
- Águila, B. [et al]. 2000. Comunicación corta. Extracto acuso de escoba amarga. Estudio preliminar de sus propiedades. En sitio Web: http://www.bvs.sld.cu/revistas/pla/vol5_3_00/pla11300.htm. [Consultado el 8 de Febrero del 2006].
- 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 2006].
- Araya, J. A.; H. Sánchez; A. Lagunas y D. Mota. 1996. Control De Plagas De Maíz Y Frijol Almacenado Mediante Polvos Minerales Y Vegetales. AGROCIENCIA Vol. 30, Núm. 2. Abril-Junio.
- Argentina. 2004. El puerro. Boletín de "Alimentación Sana" Nº 090. En sitio web: <http://www.alimentacion-sana.com.ar/Boletines/090.htm>. [Consultado el 14 de Marzo del 2006].
- 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. [Cosultado el 27 Abril del 2006].
- AUPEC. 2005. El Árbol Milagroso, Sirve Para Todo. Ciencia al día. En sitio Web: <http://aupec.univalle.edu.co/informes/mayo97/boletin37/neem.html>. [Consultado el 5 de Diciembre del 2005].
- Barbosa, Flávia, M. Yokoyama, P. A. Pereira y F. J. Pfeilsticker. 2005. Estabilidade Da Resistência A *Zabrotes Subfasciatus* Conferida Pela Proteína Arcelina, Em Feijoeiro. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, V.35, N.5, P.895-900, Maio.

- Beebe, S.; J. Tohme; J. Nienhuis; F. Pedraza; J. Rengifo; E. Tovar y 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 19 de Abril del 2006].
- Biswas, K.; I. Chattopadhyay; K. Ranajit; y U. Bandyopadhyay. 2002. Biological activities and medicinal properties of neem (*Azadirachta indica*). CURRENT SCIENCE, JUNE 2002, VOL. 82, (10, 11) 1336:1345.
- Blum, L. y M. Kogan. 1992. Allelopathy in plant. Allelopathy Journal 2(2): 16-23.
- Bonet, A. ; B. Lerol ; J. C. Biemont ; G. Pérez y B. Pichard. 1987. Has the *Acanthoscelides obtectus* group evolved in the original zone of it 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.
- Carvalho, R. P. y C. J. Rossetto. 1968. Biology of *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (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 27 Abril del 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 del 2006].
- CIAT. 1982. Guía de estudio. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Colombia. pp 50.
- Ciccío, 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 18 Abril del 2006].
- Contrera, C. E. 1991. Potencial alelopático de extractos acuosos y diluidos de la Correchuela (*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 del 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 del 2006].
- Credland, P. y J. Dendy. 1992. Intraespecific variation in bionomic characters of the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus*. *Rev. Entomologia Experimentalis Applicata* 65: 39-47.
- Cronquist, A. 1988. *The Evolution and Classification Flowerin Plants*. Second Edition. USA.
- Cuba. 2002. Proyecto Introducción del árbol del nim en Cuba. En sitio Web: <http://www.sodepaz.org/nim/>. [Consultado el 15 de Febrero del 2006].
- Cuba. 2006. Agricultura. Silos que cambian la vida. En sitio Web: http://cubaalamano.net/sitio/muestra_especial.asp?art=6345. [Consultado el 19 de Abril del 2006].
- Debouck, D. 1991. Systematic and Morphology *En*: A. Van Schoohoven; O. Voysest. (Ed.). *Common beans. Research for crop improvement*. CIAT. Cali, Colombia. p 55-118.

- Dendy, J. y P. F. Credland. 1991. Development, fecundity and egg dispersion of *Zabrotes subfasciatus*. Rev. Entomologia Experimentalis Applicata 59: 9-17.
- Ecuador. 2005. Reserva Biológica Cerro Cetro. En sitio web: <http://www.projectsforpeace.org/cerroseco/research.html>. [Consultado el 15 de Febrero del 2006].
- EROSKI. 2006. La salvia (*Salvia officinalis*). En sitio Web: http://www.consumer.es/accesible/es/alimentacion/salud_y_alimentacion/plantas_medicinales/2002/02/12/37962.php. [Consultado el 15 de Febrero del 2006].
- España. 2006. Salvia. En sitio web: <http://www.casapia.com/Paginacast/Paginas/Paginasdemenus/MenudeInformaciones/PlantasMedicinales/Salvia.htm>. [Consultado el 15 de Febrero del 2006].
- Espinoza, R.; A. Guadamuz; D. Pérez; F. Chavarría y A. Masís. 2000. Species Page de *Bursera schlechtendalii* (Burseraceae). Species Home Pages, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. En sitio Web: <http://www.acguanacaste.ac.cr>. [Consultado el 15 de Febrero del 2006]
- Evans, G. 2004. Nematodos entomopatógenos (*Heterorhabditis* spp.), una alternativa para el control del picudo rayado del plátano (*Metamasius hemipterus sericeus* L.) (Coleoptera; Curculionidae) Tesis de Diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. 41 p.
- 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/ags/agse/prs.htm>. [Consultado el 30 de Mayo del 2006].
- 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 5 Febrero del 2006].
- 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 del 2006].
- Fuentes, V. R. y J. C. Alfonso. 1998. Estudios fenológicos en plantas medicinales. XIV. REV CUBANA PLANT MED 1998; 3(1):12-17.
- Gepts, P. y D. Debouck. 1991. Origin, domestication and evolution of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). En: Van Schoonhoven, Voyses, O. (Eds). Common bean; Research for Crop Improvement. CIAT, Cali, Colombia. p 7-53.
- Grandtner, M. M. 2005. *Bursera graveolens* (Kunth) Triana y Planch. WORLD DICTIONARY OF TREES. Faculty of Forestry and Geomatics, Laval University, Quebec, Canada. En sitio Web: http://www.wdt.qc.ca/treesna2list.asp?key_m=1090. [Consultado el 15 de Febrero del 2006].
- GRIN. 2005. Datos de Grin Taxonomy. En sitio Web: <http://pgrc3.agr.ca/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?8169>. [Consultado el 24 de Febrero del 2006].
- 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 19 de Abril del 2006].
- Guenkov, G. 1974. Fundamentos de la horticultura cubana. 2^{da} edición. Editorial Organismos. 248 p.
- Guisaza, J. 2001. Plantas alelopáticas. En sitio Web: <http://www.webcolombia.com/allelopathy.html>. [Consultado el 24 de Febrero del 2006].
- 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 30 de marzo del 2006].

- 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 del 2006].
- Herbotecnia. 2006. Salvia. <http://www.herbotecnia.com.ar/exo-salviaoff.html>. [Consultado el 13 de Febrero del 2006].
- Hernández, M. 2004. Estudio preliminar del potencial alelopático del orozus (*Phylla nodiflora* (L.)Greence). Tesis de diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. 50 p.
- Howatt, K. 1994. *Azadirachta indica*: One Tree's Arsenal against Pests. En sitio Web: http://www.colostate.edu/Depts/Entomology/courses/en570/papers_1994/howatt.html. [Consultado el 30 de Marzo del 2006].
- Howe, R. W. y J. E. Currie. 1964. Some laboratory observations on the rates of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. Bulletin of Entomological Research 55: 437-477.
- Infoagro. 2006. El cultivo del puerro. En sitio Web: <http://www.infoagro.com/hortalizas/puerro.asp> [Consultado el 30 de Marzo del 2006].
- Infomed. 2006. ESCOBA AMARGA. http://www.sld.cu/fitomed/escoba_amarga.htm. 18 Ene 2006. [Consultado el 30 de Marzo del 2006].
- INTA. 2006. Insectos. En sitio Web: http://www.inta.gob.ni/informacion_postcosecha/capacitaciones_tecnicas/publicaciones/insectos/main.htm. [Consultado el 30 de Marzo del 2006].
- 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 18 Mayo del 2006].
- 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 Pepperleaf (*Piper auritum* Kunth). En sitio Web: http://www.uni-graz.at/~katzer/engl/generic_frame.html?Pipe_aur.html. [Consultado el 18 de Mayo del 2006].
- 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.
- 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.
- Liogier, E. 1964. Flora de Cuba. Tomo V. Asociación de estudiantes de ciencias biológicas. 362 p
- 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 del 2006].
- 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 del 2006].
- 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.igb.es/diccio/e/ep.htm>. [Consultado el 17 Marzo del 2006].
- Meik, J. y P. Dobie. 1986. The ability of *Zabrotes subfasciatus* to attack cowpeas. Rev. Entomologia Experimentalis Applicata 42: 151-158.
- México. 2005. Hierba Hedionda. Pazote (*Chenopodium ambrosioides*). En sitio Web: www.hipernatural.com. [Consultado el 18 de Mayo del 2006].
- México. 2005^a. Epazote. *Chenopodium ambrosioides*. Catálogo. En sitio Web: <http://www.bosquedeniebla.com.mx/htm/Semillas-listasemillas2.htm>. [Consultado el 16 de Febrero del 2006].
- MINAGRI. 1986. Instructivo técnico de las hortalizas menores. p. 8.
- Mora, O. 1997. Origen e importancia del cultivo de la caraota (*Phaseolus vulgaris L.*) Rev. Fac. Agron. Maracay. Venezuela. v. 23:225-234.
- Murcia, J. e Isabel Hoyos. 2001. SALVIA (*Salvia officinalis*). Características y aplicaciones de las plantas. En sitio Web: <http://www.zonaverde.net/salviaofficinalis.htm>. [Consultado el 16 de Febrero del 2006].
- 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 24 Marzo del 2006].
- 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.
- Parrotta, J. A. y A. N Chaturvedi. 1994. *Azadirachta indica* A. Juss. Neem, margosa. SO-ITF-SM-70. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 8 p.
- 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 del 2006].

- 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.
- PROCIMAF. 2006. *Parthenium hysterophorus* L. Especies con Usos No Maderables en Bosques de Encino, Pino y Pino-Encino. En sitio Web: <http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/PartheniumHysterophorus.html>. [Consultado el 27 de Enero del 2006].
- PROFRIJOL. 1999. Producción de semilla de frijol en Centro América; experiencias y planteamientos para el futuro. Memoria Taller Regional de Semillas. Costa Rica. 145 p.
- Puente, Mayra, Kathleen Allaert, L. Herrera, Norma Suárez, S. Torres García. 2003. Determinación de la actividad alelopática de extractos vegetales sobre algunos hongos fitopatógenos del suelo. *Revista Ciencias Agropecuarias.com*. En sitio web: http://www.cienciasagropecuarias.com/revista/index/articulo_03.php. [Consultado el 15 de Mayo del 2006].
- 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, S. 2005. Plantas con acción repelente e inhibitoria de la reproducción de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) (Coleoptera; Bruchidae). Tesis de Diploma no publicado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. 53p.
- 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 del 2006].
- Rodríguez, M.; J. Valdez; J. Vera y A. Castillo. 2000. Identificación de instares larvales de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera; Bruchidae) mediante las dimensiones de sus capsulas cefálicas. Agrocencia. Volumen 34, Número 1
- Rodríguez, Y. 2005. Respuesta del hongo *Sclerotium rolfsii* Sacc ante la aplicación de diferentes extractos naturales bajo condiciones de cultivo protegido. Tesis de Diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. 45p.
- Roig, J. T. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Editorial Ciencia y Técnica, Instituto del libro, La Habana, 1974. 949p.
- Rosales, Ligia C. y Zoraida Suárez. 1998. Nematodos entomopatógenos como posibles agentes de control del gorgojo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* (Germar 1824) (Coleoptera; Curculionidae). Bol Entomol Venez. 13(2):123-140. Diciembre, 1998
- Sampietro, D. A. 2003. Definición de alelopatía. En sitio Web: <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/alelopatia.htm>. [Consultado el 20 de Marzo del 2006].
- Schwartz, M.; Marcela Sepúlveda; Liliana Villanueva; E. Araya y F. Figuerola. 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 3 Marzo del 2006].
- Silva, L. M. 2005. El Neem, una nueva alternativa. En sitio Web: <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/Neem/>. [Consultado el 30 de Mayo del 2006].
- Socorro, A. y D. Martín. 1989. Granos. Edit. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 318p.
- Southgate, B. J. 1979. Biology of the Bruchidae. Annual Review of Entomology 24(1): 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. En sitio Web: <http://www.winrock.org/forestry/factnet.htm>. [Consultado el 19 de Abril del 2006].
- 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 Phaseolin Analysis. En sitio Web: <http://www.electronicipc.com/JournalEZ/detail.cfm> . [Consultado el 19 de Abril del 2006].
- 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 17 de Marzo del 2006].
- Tribelli, H. D. y C. J. Velázquez. 1985. Insectos que dañan granos productos almacenados. Depósito de documentos de la FAO. Serie tecnología poscosecha 4. 146 p.
- UNEX. 2005. Lecciones Hipertextuales de Botánica. Familia *Fabaceae*. En sitio Web: <http://www.unex.es/botanica/LHB/rosidae/fabaceae.htm>. [Consultado el 31 de Octubre del 2005].
- UNNE. 2005. Subclase: *Rosidae*. En sitio Web: <http://www.biologia.edu.ar/diversidadv/fasclIII/Caracter%C3%ADsticas-Rosidae.pdf>. [Consultado el 31 de Octubre del 2006].
- USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). 2006. *Allium porrum* L. garden leek. En sitio Web: <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=ALPO2>. [Consultado el 17 de Marzo del 2006].

- Voysest, O. y M. Dessert. 1991. Been cultivars: Classes and commercial seed types
En: Van Schoanhoven y Voysest, O (Edit) Common Beans; Reserch for Crop
Improvement. CIAT. Cali. Colombia. p 119-162
- Weaver, D. y B. Subramanyan. 2000. Botanicals. In: B. Subramanyan; D. W
Hagstrum, ET (Ed.). Alternative to pesticidas in estored-product IPM. Boston:
Kluwer Academics, 200. p. 303-320.