

Efecto insecticida y residual de tres extractos de *Lippia alba* para el control de *Acanthoscelides obtectus* en fríjol Diacol Calima*

Sandra Patricia Guzmán Rivera

Ingeniera agrónoma
spgriver@usb.edu.co

Adolfo Tróchez Parra

Ingeniero agrónomo, M. Sc. Entomología

Luis Fernando Correa Zapata

Ingeniero agroindustrial

Mónica Zúñiga López

Ingeniera agroindustrial

Grupo de Investigación *Desarrollo socioeconómico en comunidades rurales*
Universidad de San Buenaventura Cali

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la efectividad y el efecto residual de tres extractos de *Lippia alba* (Miller) N. E. Brown para el control de *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera-Bruchidae) en fríjol almacenado. Los resultados señalan que el aceite esencial de *Lippia alba* tiene un efecto insecticida sobre las poblaciones de *Acanthoscelides obtectus* en condiciones de laboratorio, no presentándose insectos a los treinta días después de tratado el fríjol. Los otros dos tratamientos presentaron emergencia de adultos, aunque en el tratamiento de infusión las poblaciones fueron menores que en el tratamiento de extracto seco.

Palabras clave: Insecticida, granos almacenados, fríjol, insectos, extractos, aceites esenciales.

Abstract

The purpose of the following research project is to evaluate the effectiveness and residual effect of three extracts of *Lippia alba* (Miller) N. E. Brown for the control of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera-Bruchidae) in stored beans. The findings show that the essential oil of *Lippia alba* has an insecticide effect on populations of *Acanthoscelides obtectus* under laboratory conditions, finding no insects thirty days after the beans being treated. The other two treatments showed an emergence of adult specimens, although the infusion treatment presented a lower population than those treated with the dry extract.

Key Words: Insecticides, stored grains, beans, insects, extracts, essential oils.

* Este artículo es resultado del macro-proyecto de investigación *Desarrollo agrotecnológico y creación de productos fitoterapéuticos de plantas medicinales* (OEA), específicamente del proyecto *Desarrollo agrotecnológico de la planta Lippia alba en Colombia*, radicado en el Grupo de Investigación *Desarrollo socioeconómico en comunidades rurales*, registrado por Colciencias e inscrito en el Centro General de Investigaciones de la Universidad de San Buenaventura Cali.

Fecha de recepción: Octubre de 2003.

Aceptado para su publicación: Enero de 2004.

Introducción

Las plantas medicinales son aquellas que por tradición popular o por investigación científica, son reconocidas por sus valores terapéuticos. Elaboran principios activos que ejercen un efecto fisiológico benéfico o tóxico, según su composición química. Estos principios activos son sustancias tales como: alcaloides, glicósidos, hormonas, vitaminas y antibióticos entre otros, producidos por tejidos o glándulas y almacenados en hojas, tallos, flores, frutos, semillas o raíces.

El frijol almacenado es atacado en nuestro medio por varias especies de insectos pertenecientes al orden *Coleoptera*, familia *Bruchidae*, que causan serios daños a este producto, disminuyendo su calidad y haciéndolo no apto para consumo humano.

Para evitar las pérdidas que ocasionan los insectos en granos almacenados se recurre a la aplicación de agroquímicos con los peligros que conlleva su uso. A nivel de productores, el uso de insecticidas no es conveniente ya que ellos desconocen su manejo y el peligro que pueden representar para su salud.

El desarrollo de resistencia insecticida es una constante en los programas de manejo post-cosecha. La resistencia al Malathion ha sido registrada en muchos insectos de granos almacenados alrededor del mundo (Subramanyam y Hagstrum (1995) citados por Arthur (1996)). En Estados Unidos existe una amplia resistencia al Malathion en las poblaciones de *Tribolium castaneum* (Herbst) Arthur y Zettler (1991) citados por Arthur (1996).

El uso intensivo de insecticidas químicos de síntesis y sus efectos se pueden reducir utili-

zando insecticidas naturales menos contaminantes para el medio y no tóxicos para el hombre y comenzar, además, una búsqueda por nuestra diversidad de plantas medicinales y aromáticas que pueden tener actividad insecticida en los insectos plagas de los granos almacenados y que son un componente destacado dentro de la flora autóctona de la región.

Lo anterior hace necesario buscar alternativas más naturales que no impliquen riesgos en su uso y que puedan ser utilizados por los productores y comerciantes; dentro de este campo las plantas medicinales y aromáticas ofrecen una alternativa agroecológica que es conveniente investigar teniendo en cuenta sus posibilidades.

Lippia alba pertenece a la familia *Verbenaceae*, en la que se incluyen cerca de 98 géneros con aproximadamente 2.500 taxones específicos que se distribuyen en casi todas las regiones del planeta. Esta familia es más abundante en las regiones tropicales y subtropicales, en donde se encuentra en forma de arbusto, hierba y árboles (Ocampo, 2000).

De acuerdo con la clasificación de vida de Holdridge, crece en el bosque húmedo subtropical templado, bosque seco subtropical, bosque húmedo montano bajo subtropical y bosque muy húmedo subtropical cálido (De la Cruz, 1982). En Colombia se encuentra distribuida en casi todo el país, hasta los 1.900 metros sobre el nivel del mar (msnm) con mayor presencia en las regiones del Valle del Cauca, Bolívar, Amazonas, Guajira, Magdalena, Atlántico, Cundinamarca, Meta y Quindío.

La planta *Lippia alba* es reconocida comúnmente en Colombia como *pronto alivio*, *orégano de cerro*, *cidrón llanero* y *curalotodo*; en algunos países de Centroamérica se le conoce mejor como *juanilama*, *salvia sija*, *salvia santa*, *quitadolor*. Los usos etnobotánicos reconocidos en Colombia son su efecto sedante, antidiabético, diaforético, emenagogo, como desinfectante en forma de baños, para trastornos digestivos y antiespasmódico (García Barriga, 1975).

La planta contiene 1.2% de aceite volátil, compuesto por geranial (34.1%), neral (23%), linalol (1.1%), citronelal (5.2%), geraniol (4.1%), borneol (2.6%), óxido de cariofileno (2.5%), alloverol (2.4%), cis-bisaboleno (2.1%), germacreno-D (2.0%), nerol (1.6%), linalool (1.1%), citronelal (0.7%), limoneno (0.4%), isobutirato de geranilo (0.4%), cubenol (0.3%), trans-ocimeno (0.2%), butirato de geranilo (0.2%), eugenol (0.2%), 1-octeno-3-ol (0.2%) y copaeno (0.1%). Es soluble en alcohol, aceites minerales, éter, cloroformo y otros disolventes pero insoluble en agua y glicerina (Poveda, 1986).

El aceite volátil presente en las hojas y tallos tiene un efecto pectoral. Las hojas han demostrado actividad contra hongos fitopatógenos como *Dreschiera oryzae* y *Fusarium moniliforme* y contra insectos de granos almacenados (Grainge y Ahmed, 1987). *Acanthoscelides obtectus* es una de las plagas más importantes de las leguminosas almacenadas, causando graves pérdidas económicas. Las larvas al alimentarse del grano destruyen y desmeritan su calidad; los granos que han sido atacados presentan perforaciones circulares que corresponden a la salida de los adultos

(Tróchez, 1987). La infestación por *Acanthoscelides obtectus* comienza en el campo y continúa en el almacenamiento.

En la actualidad el control de insectos en bodegas de almacenamiento de granos se logra mediante la aplicación en estos lugares de productos químicos ya sea en forma de fumigantes, tratamientos externos o mezclando el grano con insecticidas no tóxicos para que se le pueda consumir posteriormente.

Se señalan numerosos trabajos relacionados con el empleo de aceites vegetales para el control de plagas en productos almacenados (Montes de Oca, *et. al.*, 1978) y con especial referencia al control de insectos de la familia *Bruchidae*, tal como lo indican Shoonhoven (1978), Stanmopoulos (1991) Baier y Webster (1996), Senguttuvan, *et. al.*, (1995), Ahmed, *et. al.* citados por Ivâni., (1995), Bareto *et al.* citado por Ivânia, (1995). Ivânia, (1995).

Según Herrera (1961) el uso de aceites minerales provoca la asfixia del insecto al introducirse en la tráquea de este, aniquilándolo por sofocación. Indica, además, que el aceite penetra por los espiráculos a través del integumento del insecto, de esta manera se pone en contacto con las ramificaciones del sistema nervioso, ocasionando una parálisis general seguida por la muerte. Montes de Oca (1978) establece que los aceites ocasionan daño a los embriones o al primer instar de la larva por reducción en la tasa de intercambio gaseoso, lo cual se relaciona con el efecto barrera o toxicidad.

La actividad tóxica de algunos monoterpenos como el p-cimeno, á-pineno, carvacrol y cuminaldehído, obtenidos de plantas aromáticas, especialmente de la familia de las *Labi-*

das fue evaluada contra *Acanthoscelides obtectus* por Regnault y Hamraoui (1995) señalando una inhibición relacionada con la fecundidad de la hembra, oviposición, desarrollo del neonato y larva intracotiledoinal.

Baier y Webster (1992) señalan que el tratamiento con ceniza proporciona un control excelente y barato de *Acanthoscelides obtectus* en frijol almacenado a pequeña escala. Sin embargo recalcan que el tratamiento no debe ser usado en granos con fines comerciales, pues su presentación no es aceptable. También recomiendan el uso de pimienta negra, siendo este un método efectivo para el control del brúchido y que mantiene el grano en buenas condiciones para el consumo, siembra y venta.

En varios países, investigadores han utilizado polvos inertes o extractos secos de plantas para el control de insectos de granos almacenados. La mayoría de estas formulaciones no son aceptadas en los países desarrollados por varias razones, como altas tasas requeridas para causar mortalidad, variación en toxicidad entre especies objetivo, daño al equipo y problemas de salud en los trabajadores que se exponen a los polvos. Con el desarrollo de resistencia a los insecticidas por parte de los insectos y el deseo de granos libres de residuos, estos tratamientos están recibiendo creciente atención (Arthur, 1996).

Según Aldrhy (1991, 1993) citado por Arthur (1996), se han desarrollado nuevas formulaciones con base en polvos inertes que han resultado ser más eficaces que los productos convencionales. En numerosos países se han producido aerogeles de sílica que controlan

una gran variedad de insectos. Una nueva formulación de tierra de *Diatomáceas* ha demostrado ser efectiva en tratamiento de granos (Subramanyam, *et. al.*, 1994, citado por Arthur 1996).

Un experimento llevado a cabo por Seguttuvan, *et. al.* (1995) demostró la efectividad de la aplicación de extractos secos vegetales para la protección de los granos almacenados contra el ataque de insectos. El investigador utilizó extractos secos de hoja de noche (*Vitex nigundo* L.) y neem (*Azadirachta indica* L.) para el control de *Corcyra cephalonica* Stainton en maní almacenado. Las dosis utilizadas fueron de 10 a 25 gramos de extracto seco por kg. de maní. Se registró control en ambos ensayos, siendo más efectivo el tratamiento con hojas de neem. Igualmente, señala reducción en la pérdida de materia seca del orden del 4% y de daño bajo condiciones naturales del 7%.

El hongo entomopatógeno *Bauveria bassiana* (Bálsamo) fue utilizado por Rice y Cogburn (1997) para el control de tres plagas de granos almacenados: *Sitophilus oryzae* (L.), *Rhyzopertha dominica* (F.) y *Tribolium castaneum* (Herbst). El polvo seco de conidias del hongo se aplicó en dosis de 0.1, 1.0 y 5.0 g./kg. de arroz. Los autores observaron una mortalidad del 80-100% en las dosificaciones más altas para todos los insectos después de 21 días de efectuado el tratamiento.

En general, existe un potencial considerable para el desarrollo de productos de base microbiana y la expansión de biopesticidas para granos almacenados en casi todos los países desarrollados. Actualmente la mayor

venta de biopesticidas se hace de productos que contienen *Bacillus thuringiensis* como ingrediente activo (Rodgers, 1993, citado por Arthur, 1996). Existen formulaciones registradas en Estados Unidos para el control de plagas lepidópteras de granos almacenados, sin embargo no existen productos para el control de coleópteros en el mismo ambiente (Arthur, 1996).

Woodhead, *et. al.* (1990), citados por Arthur (1996), señalan que el costo de introducir un insecticida biológico en el mercado de los Estados Unidos está estimado en 2 ó 3 millones de dólares, comparado con los 40 a 80 millones de dólares para un insecticida convencional.

Basado en lo anterior, en el presente trabajo se evaluó el efecto de tres extractos de la planta conocida vulgarmente como *prontoalivio* (*Lippia alba*) para el control de *Acanthoscelides obtectus* en frijol Calima (*Phaseolus vulgaris*) almacenado, buscando así una alternativa natural para el productor en el control de insectos de granos almacenados y específicamente en frijol.

Metodología

Localización

El trabajo se ejecutó en tres lugares: En el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Palmira (CEUNP), localizado en la vereda Villagorgona, municipio de Candelaria, departamento del Valle del Cauca, con una altura de 980 msnm y una temperatura media de 24

°C, donde se cosechó el follaje de *Lippia alba* de siete meses de edad.

En el laboratorio de la Universidad de San Buenaventura Cali, localizada en la vía Pance, con una temperatura anual cuyo rango oscila entre los 18 y los 28 °C, con una altura de 1.050 msnm, se extrajo el aceite esencial y los extractos utilizados.

El manejo de los diferentes tratamientos se realizó en los laboratorios de Entomología de Corpoica, localizado en el municipio de Palmira, a una altura de 1.000 msnm, con una temperatura que oscila en un rango de 24-25 °C.

Ensayo de la efectividad de los extractos

Se evaluaron los siguientes tratamientos:

- T₁ Infusión (3 mL de *Lippia alba*/kilogramo de frijol) + *Acanthoscelides obtectus*.
- T₂ Infusión (6 mL de *Lippia alba*/kilogramo de frijol) + *Acanthoscelides obtectus*.
- T₃ Aceite esencial de *Lippia alba* (2 mL/kilogramo de frijol) + *Acanthoscelides obtectus*.
- T₄ Aceite esencial de *Lippia alba* (4 mL/kilogramo de frijol) + *Acanthoscelides obtectus*.
- T₅ Extracto seco (2 gramos de *Lippia alba*/kilogramo de frijol) + *Acanthoscelides obtectus*.
- T₆ Extracto seco (4 gramos de *Lippia alba*/kilogramo de frijol) + *Acanthoscelides obtectus*.
- T₇ Frijol sin tratar (1 kg) + *Acanthoscelides obtectus* (30 insectos adultos por tratamiento).

Procedimiento

Preparación de los extractos

Obtención de la infusión

Para la preparación de la infusión se utilizó follaje de *Lippia alba* de un cultivo de siete meses de edad, localizado en el CEUNP.

Para obtener la infusión se puso a hervir un litro de agua hasta su punto de ebullición en una olla esmaltada para evitar contaminación por metales; el agua se retiró de la estufa y se le adicionaron 200 gramos de hojas frescas y se dejó tapada durante 12 horas para obtener una infusión concentrada, pasado este tiempo se filtró en un lienzo para obtener la infusión libre de residuos de la planta.

Obtención del aceite esencial

Se utilizaron hojas de *Lippia alba* provenientes del mismo cultivo que se empleó para la preparación de la infusión. La obtención del aceite esencial se realizó en un equipo de destilación por arrastre de vapor con una capacidad de 10 kilogramos de material vegetal, en el laboratorio de Química de la Universidad de San Buenaventura Cali.

Este proceso consiste en pasar vapor de agua, generado por una caldera, al material vegetal previamente cortado en trozos pequeños, para luego condensar el vapor. Este método ofrece la ventaja que el vapor de agua se introduce en el material vegetal a una mayor presión, pudiendo, de esta manera, romper con facilidad las micelas donde se encuentra confinado el aceite esencial. El rendimiento del aceite esencial obtenido fue del 0.5%, el cual se guardó en un frasco ámbar y se mantuvo refrigerado para su conservación.

Obtención del extracto seco

Se utilizó el follaje proveniente del mismo cultivo en el CEUNP.

El follaje verde de *Lippia alba* cosechado en el campo se secó al ambiente bajo sombra, luego se introdujo en un molino de tornillo para molerlo y se pasó por un lienzo para separar las partes más gruesas y obtener un extracto seco de hojas más homogéneo que se utilizó para los tratamientos. El extracto seco obtenido se guardó en una bolsa plástica en condiciones ambientales.

Tratamiento de los granos de frijol con cada uno de los extractos

Infusión

Se evaluaron dos dosis (3 y 6 mL/kilogramo de frijol) de la infusión para el control de *Acanthoscelides obtectus* (Say) en frijol almacenado. La infusión que se utilizó para este tratamiento se preparó el día anterior para evitar su alteración.

La aplicación del producto para cada una de las dosis se realizó en un frasco con capacidad de 1.500 mililitros, en el cual se depositaron 800 gramos de frijol Calima, con una humedad de 12,7%. Se mezcló el grano con la infusión agitándolo por dos minutos; estos 800 gramos de dividieron en cuatro partes de 200 gramos cada uno que se colocaron en un frasco de capacidad de 200 mililitros, estos corresponden a las cuatro repeticiones de cada una de las dosis.

Al día siguiente de haberse tratado la semilla, se procedió a efectuar la infestación utilizando 30 insectos adultos de *Acanthoscelides obtectus* de 3 a 4 días de emergidos provenientes de una cría de laboratorio; esta infestación se hizo en una cámara cerrada para impedir su escape, se dejaron durante siete días para permitir la oviposición en cada unidad experimental. Después de este tiempo los insectos fueron retirados.

La evaluación del efecto de la infusión se determinó contando el número de adultos emergidos un mes después de la infestación en cada una de las repeticiones y las dosis.

Se hizo una lectura a los 64 días después de la infestación inicial que correspondió a la emergencia de la segunda generación. Otra forma de evaluación del efecto insecticida de la infusión fue determinar el número de granos sanos y perforados en 50 gramos en cada una de las repeticiones del tratamiento.

Para la lectura de los adultos emergidos en la primera y segunda generación, en cada una de las repeticiones, los granos de frijol se pasaron por una malla para separar huevos y residuos de los insectos. Se contaron los adultos emergidos, se retiraron del frijol y las posturas se volvieron a introducir a los frascos.

Aceite esencial

Se utilizaron dos dosis de 2 y 4 mililitros de aceite esencial por kilogramo de frijol. La metodología utilizada para la infestación y evaluación es la misma que se usó para el caso de la infusión.

Extracto seco

Se utilizaron dos dosis de 2 y 4 gramos de extracto seco por kilogramo de frijol. La meto-

dología utilizada para la infestación y evaluación es la misma que se usó para el caso de la infusión y aceite esencial.

Diseño experimental

Bloques completamente al azar

Número de tratamientos:	7
Número de repeticiones:	4
Unidades experimentales:	28

Para probar si existieron diferencias significativas (0.05) entre tratamientos, se hizo un análisis de varianza para bloques completamente al azar y una comparación de medias mediante la prueba de Duncan.

Evaluación del efecto residual de los extractos

La dosis, la cantidad de semilla y la forma de aplicación fueron iguales a la seguida en el ensayo de efectividad. Para la infestación en las diferentes épocas y en todos los tratamientos, se utilizaron 25 insectos adultos que se dejaron por siete días para permitir la oviposición por cada unidad experimental (cuatro repeticiones por tratamiento).

Las infestaciones con los insectos se realizaron a los 30 y 60 días, después de aplicados los productos. En las dos épocas, y para las dos dosis en cada tratamiento, se determinó la población de insectos adultos vivos y muertos mediante lecturas a los 30 y 60 días después de cada infestación.

En el tratamiento de frijol con el aceite esencial en dosis de 4 mL/kilogramo de frijol se eliminó la infestación con el insecto a los 30 y

60 días, ya que las condiciones del fríjol con respecto al olor que presentaba el grano al tratarse con el aceite, no lo hicieron apto para el consumo humano.

Tratamientos

De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación de efectividad de los extractos, se descartaron los tratamientos de extracto seco, ya que no mostraron ningún efecto de control en comparación con el testigo.

Aunque los tratamientos de infusión no mostraron una efectividad del 100%, los datos preliminares indicaban un efecto sobre la población; basado en lo anterior se incluyeron en el ensayo de residualidad.

- T₁ Infusión (3 mililitros de *Lippia alba*/kilogramo de fríjol) + *Acanthoscelides obtectus*.
- T₂ Infusión (6 mililitros de *Lippia alba*/kilogramo de fríjol) + *A. obtectus*.
- T₃ Aceite esencial de *Lippia alba* (2 mL. de *Lippia alba*/kilogramo de fríjol) + *A. obtectus*.
- T₄ Aceite esencial de *Lippia alba* (4 mL de *Lippia alba* /kilogramo de fríjol) + *A. obtectus*.
- T₅ Fríjol sin tratar (1 kilogramo) + *A. obtectus* (30 insectos por tratamiento).

Se dejaron 500 gramos de fríjol sin tratar y sin infestar con el insecto como medio de comparación con el fríjol tratado.

Diseño experimental

Tipo de diseño: Bloques completamente al azar

Número de tratamientos:	5
Número de repeticiones:	4
Unidades experimentales:	20

Para probar si existieron diferencias significativas (0.05) entre tratamientos, se hizo un análisis de varianza para bloques completamente al azar y una comparación de medias mediante la prueba de Duncan.

Efecto de los tratamientos sobre las propiedades organolépticas del fríjol tratado

El análisis se hizo en relación con el efecto insecticida de los tratamientos que dieron los mejores resultados en el fríjol tratado, que para la presente investigación correspondió al tratamiento tres (dosis 2 mL/kilo de fríjol), comparado con un testigo al cual no se le hizo ningún tratamiento.

Las características evaluadas fueron las siguientes:

- Olor del grano.
- Color y apariencia del grano.
- Prueba de cocción de frijoles tratados para comparar sus características de olor y sabor con respecto a los no tratados tradicionales.

Resultados y discusión

Efectividad en los extractos

En la Tabla 1 se presenta el número de individuos de *Acanthoscelides obtectus* (Say) para cada uno de los tratamientos y repeticiones al mes de infestados.

Tabla 1
Número de insectos emergidos de *Acanthoscelides obtectus* (Say) para cada uno de los tratamientos en condiciones de laboratorio al mes de infestados

REPETICIONES						
Tratamientos	1	2	3	4	Total	Promedio
T ₁	130	146	163	154	593	148.25
T ₂	190	190	181	184	745	186.25
T ₃	0	0	0	0	0	0
T ₄	0	0	0	0	0	0
T ₅	335	330	340	328	1333	333.25
T ₆	240	247	239	253	979	244.25
T ₇	285	283	268	263	1099	274.75

Al analizar los resultados se observó que los tratamientos con aceite T₁ y T₂ que corresponden a las dosis de 2 y 4 mililitros por kilogramo de frijol, no presentaron población de insectos, lo cual está indicando que los insectos colocados murieron sin alcanzar la oviposición y por lo tanto no hubo presencia de insectos adultos en la primera generación si se compara con el testigo, en el cual se obtuvo un promedio de 274.75 adultos por repetición (Tabla 1).

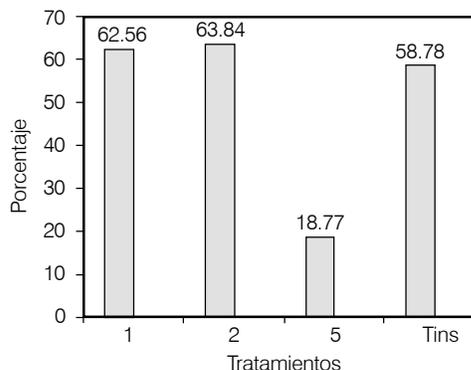
Estos resultados del efecto inmediato de los aceites en la mortalidad de los adultos del insecto y la no presencia de una nueva generación al mes de evaluado, coincide con lo obtenido por otros investigadores al tratar el grano de frijol con diferentes clase de aceites vegetales (Schoohoven, 1978; Stamopoulos, 1991; Ahmed, *et. al.*, citados por Ivania, *et. al.*, 1995).

A los tratamientos diferentes a los del aceite se les hizo un análisis de varianza presentando diferencias significativas al nivel del 0.05 entre estos tratamientos (Tabla 2).

Si se tiene en cuenta el número de insectos emergidos por tratamiento (Tabla 1) y el por-

Figura 1

Porcentaje promedio de granos perforados para el primer mes después de tratado el grano.



centaje promedio de granos perforados (Figura 1), se concluye que desde el punto de vista del consumo humano los tratamientos con infusión y extracto seco no son eficientes para el control del insecto ya que se presentó un daño que afectó la calidad del grano.

Como resultados del ensayo, tomando los promedios de insectos adultos emergidos al mes, se tuvo diferencia numérica entre los tratamientos de infusión y extracto seco (Tabla 1) presentándose una menor población de *Acanthoscelides obtectus* en la infusión.

Tabla 2

Número promedio de insectos de *Acanthoscelides obtectus* (Say) emergidos para cada uno de los tratamientos diferentes al de aceite de *Lippia alba* (Mill.) al mes de infestados

Tratamientos		Promedio
T ₁	Infusión (3 centímetros cúbicos/kilogramo de fríjol)	148.25e
T ₂	Infusión (6 centímetros cúbicos/kilogramo de fríjol)	186.25d
T ₅	Extracto seco (2 gramos/kilogramo de fríjol)	333.25a
T ₆	Extracto seco (4 gramos/kilogramo de fríjol)	244.25c
T ₇	Testigo absoluto	274.75b

Nota: Promedio seguidos de la misma letra no presenta diferencia significativa (0.05)

Los resultados anteriores no coinciden con otras investigaciones que indican que el control físico con extractos secos o sustancias inertes ejercen un control eficiente de plagas en productos almacenados tal como lo obtuvo Arthur (1996), al utilizar tierra de *diatomaceas* para el control de *Oryzaephilus surinamensis* trigo; y Seguttuvan, *et. al.*, (1995) al utilizar extractos secos para el control de *Corcyra cephalonica*.

Se tomaron lecturas a los 60 días de infestadas las muestras, como era de esperarse un aumento significativo en las poblaciones del

insecto corroborando la no efectividad de los tratamientos con infusión y extracto seco, tal como se señala en la Tabla 3.

De acuerdo con los resultados anteriores, se concluyó que los tratamientos con aceite esencial de *Lippia alba*, en ambas dosis, fueron efectivas para controlar las poblaciones de *A. obtectus* (Say). Aunque la dosis más alta del aceite esencial fue efectiva para el control del insecto, presentó características de olor que la hacen indeseable para el consumo humano si se compara con fríjol no tratado.

Tabla 3

Número de insectos emergidos de *Acanthoscelides obtectus* para cada uno de los tratamientos en condiciones de laboratorio para el segundo mes de tratadas las muestras.

Tratamientos	REPETICIONES				Total	Promedio
	1	2	3	4		
T ₁	793	755	731	783	3092	773
T ₂	1387	1328	1396	1371	5372	1343
T ₃	0	0	0	0	0	0
T ₄	0	0	0	0	0	0
T ₅	1567	1563	1590	1587	6097	1524.25
T ₆	1493	1524	1539	1503	6059	1514.75
T ₇	1539	1558	1580	1589	6066	1516.5

Tabla 4

Número de insectos emergidos de *Acanthoscelides obtectus* (Say) para cada uno de los tratamientos en condiciones de laboratorio un mes después de tratado el grano

REPETICIONES						
Tratamientos	1	2	3	4	Total	Promedio
T ₁ Infusion (3 c.c./kilo de fríjol)	244	230	243	232	949	237.25a
T ₂ Infusion (6 c.c./kilo de fríjol)	260	293	272	257	1082	270.5b
T ₃ Aceite esencial (2 c.c./kilo de fríjol)	153	183	165	160	661	165.25c
T _{ins} (Testigo absoluto)	347	348	356	366	1017	254.25d

Nota: Promedio seguido de la misma letra no presenta diferencia significativa (0.05)

Efecto residual de los extractos

Para el estudio de residualidad se descartaron los tratamientos de aceite esencial en dosis alta (4 centímetros cúbicos/kilogramo) porque afectó la calidad del grano en cuanto al olor y los dos tratamientos de extracto seco (2 y 4 gramos/kilogramo) ya que las poblaciones fueron superiores o muy similares al testigo, tal como se señala en la Tabla 1.

En las Tablas 4 y 5 se presenta el número de insectos adultos emergidos en el primero y segundo mes después de tratado el grano. Se presentó emergencia en todos los tratamientos, incluyendo el aceite esencial, indicando con esto que no hubo efecto residual en ninguno de los tratamientos.

El análisis estadístico para el efecto residual del primer mes de tratado el grano presentó diferencia significativa (0.05) (Tabla 4), entre los tratamientos y con el testigo. Se observó que la población más baja fue en el aceite, lo cual está indicando que hubo un efecto de control. Sin embargo, desde el punto de vista práctico, no se considera útil ya que hubo emergencia de insectos y un porcentaje de granos perforados del 18,77 (Figura 1). En fríjol el nivel de daño económico permitido es cero o muy bajo.

Para el segundo mes de estudio de residualidad no hubo diferencia significativa (0.05) (Tabla 5) entre la infusión en dosis alta (6 centímetros cúbicos / kilogramo de fríjol)

Tabla 5

Número de insectos emergidos de *Acanthoscelides obtectus* (Say) para cada uno de los tratamientos en condiciones de laboratorio dos meses después de tratado el grano

REPETICIONES						
Tratamientos	1	2	3	4	Total	Promedio
T ₁ Infusion (3 c.c./kilo de fríjol)	162	166	224	150	702	175.5b
T ₂ Infusion (6 c.c./kilo de fríjol)	290	256	313	292	1151	287.75a
T ₃ Aceite esencial (2 c.c./kilo de fríjol)	112	80	98	105	395	98.75c
T _{ins} (Testigo absoluto)	280	320	300	315	1215	303.75a

Nota: Promedio seguido de la misma letra no presenta diferencia significativa (0.05)

en comparación con el testigo, pero sí hubo diferencias con los tratamientos de infusión en dosis baja y el aceite esencial, señalándose una alta emergencia de adultos de *Acanthoscelides obtectus* como ocurrió para el primer mes y un porcentaje de granos perforados que varió entre 12.31 y 51.95.

En el presente ensayo se estableció que el aceite esencial en dosis de dos centímetros cúbicos/kilogramo no presentó un efecto residual sobre la población del insecto en frijol tratado, debido seguramente, como lo señala Poveda (1986), que es un aceite muy volátil no permaneciendo en la cutícula del grano y perdiendo, por lo tanto, su efecto asfixiante ya que, según Herrera (1991), los aceites matan los insectos al penetrar a su integumento. Este aspecto es importante cuando se quiera establecer el efecto insecticida de un aceite esencial extraído de una planta.

Esta característica del aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) de ser muy volátil es muy diferente a los aceites vegetales que permanecen adheridos al grano, presentando un efecto residual por un período largo, tal como lo indica Schoonhoven (1978).

El coeficiente de variación del 0.05 demuestra una metodología y un seguimiento apropiado sobre la población de *Acanthoscelides obtectus* (Say).

Efecto de los tratamientos sobre las propiedades organolépticas del frijol tratado

Olor del grano. Para la dosis baja de aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) se olfateó el grano a la semana y se encontró un olor un poco penetrante, contrario a lo presentado en la do-

sis alta. Al mes el olor característico del aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) no era perceptible al olfato.

Color y apariencia del grano: A la semana el grano presentó una apariencia de brillo normal, comparado con el testigo, esto debido posiblemente a la volatilidad del aceite (Poveda, 1986).

Prueba de cocción de los frijoles tratados: Se cocinaron los frijoles y se percibió un sabor agradable; no se notó ningún sabor ni olor diferente comparado con el testigo no tratado.

Lo anterior indica que el aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) en la dosis baja evaluada no afecta las características organolépticas del frijol.

Conclusiones

El aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) en dosis de 2 y 4 mL/kilogramo de frijol es efectivo para el control de *Acanthoscelides obtectus* (Say).

El aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) en dosis de 2 mL/kilogramo controla el insecto en frijol recién tratado, pero no tiene efecto residual. La no residualidad del aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) se debe a que es muy volátil, característica que limita su permanencia en la superficie del grano.

Ni la infusión ni el extracto seco en las dosis evaluadas tienen efecto en la población de *Acanthoscelides obtectus* (Say) en frijol almacenado comparado con el testigo.

Desde el punto de vista práctico, no se recomienda el uso del aceite esencial de *Lippia alba* para el control de *Acanthoscelides obtectus* (Say), a pesar de tener un buen efecto inicial y no alterar las condiciones organolépticas del producto.

El aceite esencial en dosis de 2 mL / kilogramo de fríjol no afecta las características organolépticas del mismo, lo que sí sucede con la dosis más alta (4 mL/kilogramo).

En general, los tratamientos no tuvieron efectos negativos sobre las propiedades organolépticas del fríjol tratado. En la dosis más alta de aceite esencial se presentó rancidez. Sólo se consideró el aceite esencial en la dosis baja.

Bibliografía

- ARTHUR F. *Grain protectants: current status and prospects for the future*. J. Stored Products Res. 1996, Vol. 32, No. 4. pp. 293-302.
- BAIER, H.; WEBSTER, D. *Control of acanthoscelides obtectus say (Coleoptera: Bruchidae) In: Phaseolus vulgaris L. seed stored on small farms. I. Evaluation of damage*. Vol. 28, No. 4. J. Stored Products Res. 1992. pp. 289-293.
- DE LA CRUZ, J. R. *Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal, 1982. p. 10.
- GARCÍA-BARRÍGA, H. *Plantas medicinales de Colombia*. Tomo II. Bogotá: Imprenta Nacional, 1975. pp. 506-507.
- GRAINGE, M; AHMED S. *Handbook of plants with pest- Control properties*. New York: John Wiley and sons. p. 151.
- HALL, D. W. *Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales*. (Cuadernos de fomento Agropecuario, No. 90). Roma: FAO, 1972. p. 400.
- HERRERA A., J. M. *Los aceites de petróleo como insecticidas y su empleo en los cultivos críticos*. En: *Revista peruana de entomología*. 1961. 4 (1).
- IVANIA F. *Effects of edible oils against Callosobruchus maculatus (F.) and Callosobruchus phaseoli (Gyllenhal)*. In: *Stored groundnuts*. Vol. 31, No. 4. J. Stored Products Res. 1995. pp. 207-210.
- MONTES DE OCA, G.; GARCÍA, F.; SHOOMHOVEN A. V. *Efecto de cuatro aceites vegetales sobre sitophilus oryzae y sitotoga cerealella en maíz, sorgo y trigo almacenados*. En: *Revista colombiana de entomología*. Vol. 4, No. 12. 1978. p. 45-48.
- OCAMPO S., R. A. y VALVERDE R. *Manual de cultivo y conservación de plantas medicinales*. Tomo I. San José, Costa Rica: Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt", Ministerio de la Agricultura, 2000.
- POVEDA, L. *Propiedades medicinales de la juanilama*. Boletín No. 1. *Medicina folklórica*. San José, Costa Rica: Asociación de Amigos de las Plantas Medicinales (ASAPLAM), 1986. pp. 3-5.
- REGNAULT C.; HAMRAOUL A. *Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on Acanthoscelides obtectus (Say) (Coleoptera), a bruchidae of Kidney bean (Phaseolus vulgaris L.)*. Vol. 331, No. 4. J. Stored products, Res. 1995. pp. 291-299.
- RICE W.; COGBURN R. *Activity of the entomopathogenic fungus Beauveria bassiana (Deuteromycota: Hyphomycetes) against three coleopteran pests of stored grain*. Vol. 90, No. 3. J. Economic Entomology. 1997. pp. 691-694.
- SENGUTTUVAN, T.; ABDUL, Kareem; RAJENDRAN, R. *Effects of plant products and edible oils against rice moth Corcyra cephalonica stainton*. In: *Stored groundnuts*. India. 1995. pp.. 207-210.
- SHOOMHOVEN, A. V. *Use of vegetable oils to protect stored beans from bruchid attack*. Vol. 75, No. 2. J. Economic entomology. 1978. pp. 254-256.
- STAMOPOULOS, D. C. *Effects of four essential oil vapours on the oviposition and fecundity of Acanthoscelides obtectus (Say) (Coleoptera: Bruchidae): Laboratory evaluation*. Vol. 27, No. 4. J. Stored Prod. Res. 1991. pp.199-203
- TRÓCHEZ A. *Manual de reconocimiento de insectos asociados con productos almacenados*. Vol. 31, No. 137. Bogotá. IICA/IICA. Publicación miscelánea de Colombia. 1987. p. 19.