

Efecto tóxico de *Verbena officinalis* (familia verbenaceae) en *Sitophilus granarius* (coleoptera: curculionidae)

Gloria Patricia Arango Gutiérrez¹, María Clara Vásquez Villegas²

Línea de investigación: biotecnología. Grupo de Investigación en producción, desarrollo y transformación agropecuaria y Semillero de investigación SISMO.

Toxic effect of *Verbena officinalis* (Verbenaceae family) in *Sitophilus granarius* (coleoptera: curculionidae)

Efeito tóxico de *Verbena officinalis* (família verbenaceae) em *Sitophilus granarius* (coleoptera: curculionidae)

Resumen

Introducción. El gorgojo del maíz *Sitophilus granarius* L., es considerado una de las plagas más importantes de productos almacenados. **Objetivo.** Evaluar el efecto de *Verbena officinalis* en el control de *Sitophilus granarius* en maíz almacenado. **Materiales y métodos.** Se evaluó en laboratorio dos tipos de presentaciones de *Verbena officinalis* para el control de *Sitophilus granarius* en maíz almacenado, con concentraciones en polvo de 0,4 g, 0,8 g y 1,6 g por cada 10 g de maíz y purín de 3, 6 y 9 ml por cada 10 g de maizal variable evaluada fue la mortalidad de los imagos. El diseño experimental fue aleatorio, los tratamientos tuvieron cuatro repeticiones. **Resultados.** La mayor mortalidad se obtuvo en polvo en concentración de 1,6 gr con una mortalidad del 50%. En el análisis de varianza realizado, no dio significativo el tipo de presentación ni las concentraciones utilizadas de extractos de *Verbena* fueron muy bajas para generar mayor mortalidad en *Sitophilus*. **Conclusión.** Los metabolitos secundarios poseen actividad tóxica contra los insectos, interfiriendo en el desarrollo o en el comportamiento de los mismos, y contribuyen a la regulación de poblaciones de insectos plagas.

Palabras clave: Verbenaceae. *Verbena Officinalis* L. *Sitophilus granarius* L. Bioinsecticida. Plantas aromáticas. Gorgojo.

Abstract

Introduction. *Sitophilus granarius*, or maize beetle, is considered as one of the most important plagues of stored products. **Objective.** To evaluate the effect of *Verbena officinalis* in the *Sitophilus granarius* control in stored corn. **Materials and methods.** Two presentations of verbena *Verbena officinalis* were evaluated in the laboratory for the control of *Sitophilus granarius* in stored corn, with concentrations in powder of 0,4 g, 0,8 g, and 1,6 g per every 10 g of corn and manure of 3, 6 and 9 ml per every 10 g of variable maize was the mortality rate of the imagos. The experimental design was done at random, the treatments had four repetitions. **Results.** The highest mortality rate was obtained in powder in concentration of 1,6 gr with a mortality rate of 50%. In the variance analysis made, the kinds of presentation were meaningless and the concentrations used in the Verbena extract were too low to generate a higher mortality in *Sitophilus*. **Conclusion.** Secondary metabolites have a toxic activity against insects, interfering in their development or their behavior, and thus contributing to plague control.

Key words: Verbenaceae. *Verbena Officinalis* L. *Sitophilus granarius* L. Bioinsecticide. Aromatic plants. Beetles.

¹ Msc en entomología, docente de la Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias de la Corporación Universitaria Lasallista / ² Estudiante de Administración de Empresas Agropecuarias de la Corporación Universitaria Lasallista.

Correspondencia: Gloria Patricia Arango Gutiérrez. e-mail glarango@lasallista.edu.co

Fecha de recibo: 05/06/2008; fecha de aprobación: 22/09/2008

Resumo

Introdução. O besouro do milho *Sitophilus granarius* L., é considerado uma das pragas, mas importantes de produtos armazenados. **Objetivo.** Avaliar o efeito de *Verbena officinalis* no controle de *Sitophilus granarius* em milho armazenado. **Materiais e métodos.** Avaliou-se em laboratório dois tipos de apresentações de verbena *Verbena officinalis* para o controle de *Sitophilus granarius* no milho armazenado, com concentrações em pó de 0,4 g, 0,8 g e 1,6 g por cada 10 g de milho e purín de 3, 6 e 9 ml por cada 10 g de maizal variável avaliada foi a mortalidade dos imagos. O desenho experimental foi aleatório, os tratamentos tiveram quatro repetições.

Resultados. A maior mortalidade se obteve em pó em concentração de 1,6 gr com uma mortalidade do 50%. Na análise de variância realizada, não deu significativo o tipo de apresentação nem as concentrações utilizadas de extratos de *Verbena* foram muito baixas para gerar maior mortalidade em *Sitophilus*. **Conclusão** Os metabólitos secundários possuem atividade tóxica contra os insetos, interferindo no desenvolvimento ou no comportamento dos mesmos, e contribuem à regulação de populações de insetos pragas.

Palavras chaves: *Verbenaceae*. *Verbena Officinalis* L. *Sitophilus granarius* L. Bio-insecticida. Plantas aromáticas. Besouro.

Introducción

Desde hace cientos de años los agricultores han combatido a los insectos y aceptan el hecho de que éstos consumen y destruyen cierta cantidad de sus semillas ya sean para comercialización, alimentación o siembra. Los métodos de control utilizados son de naturaleza muy diversa, encontrándose alternativas como el control físico, químico y biológico, entre otros. La protección de semillas constituye uno de los permanentes desafíos para los profesionales e investigadores que trabajan en la protección vegetal y aún más si no se cuenta con la herramienta más recurrente, que son los insecticidas de origen sintético. Sin embargo, existen una serie de métodos naturales de control que permiten obtener niveles satisfactorios de protección a los cuales se puede recurrir cuando, por ejemplo, se trata de un sistema orgánico de producción¹.

El uso intensivo de insecticidas químicos y sus efectos se pueden reducir utilizando insecticidas naturales menos contaminantes para el medio y no tóxicos para el hombre y comenzar, además, una búsqueda por la 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 región².

La revalorización de las plantas como fuente de sustancias con propiedades insecticidas se viene difundiendo desde los últimos 35 años y en algunos países de América Latina como Brasil,

México, Ecuador y Chile, se han desarrollado líneas de investigación que buscan en las plantas, compuestos químicos con menor impacto ambiental y potencial para el control de plagas agrícolas³. El uso de polvos vegetales es una alternativa recuperada de la agricultura de subsistencia y que en evaluaciones con rigor científico han demostrado actuar como repelentes, inhibidores de la oviposición, la alimentación, y crecimiento, además de ser insecticidas de estados adultos y estados larvales⁴.

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 química².

Según se varios investigaciones realizadas con plantas de la familia verbenaceae, entre estos estudios está el realizado a la *Lantana camara* Linn., se han reportado actividades repelentes utilizando extractos de sus flores contra mosquitos del género *Aedes* (Diptera: Culicidae)⁵; además se han detectado propiedades antimaláricas en extractos de sus raíces⁶.

Varios autores⁷⁻¹¹, en sus investigaciones han mostrado los efectos tóxicos de las ramas y hojas de *L. camara*, entre ellos sus propiedades insecticidas. Esta especie es utilizada como planta ornamental de cercos y jardines urbanos, así como una maleza en zonas de pastizales¹².

Estos metabolitos secundarios no intervienen en el metabolismo primario de la planta pero inter-

vienen en las interacciones ecológicas entre la planta y su entorno. En estudios biológicos se determinó que la mayoría de estos principios activos cumplen funciones de defensa contra predadores y patógenos, actúan como agentes alelopáticos o atrayentes de polinizadores y dispersores de semillas¹³⁻¹⁵.

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la planta conocida vulgarmente como verbena, *Verbena officinalis*, para el control de *Sitophilus granarius* en maíz almacenado, buscando así una alternativa natural para el control de insectos plagas de granos almacenados.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el laboratorio de biología de la Corporación Universitaria Lasallista, ubicado en el municipio de Caldas Antioquia localizado en la zona sur del área metropolitana, presenta una biotemperatura anual de 18 – 24 °C, una altura ente 1.500-1.900 m.s.n.m. y una precipitación anual de 2.000–4.000 mm. La alta precipitación que impera en el área es debida a la condensación de las masas de aire que vienen del norte del Valle de Aburrá, formando la zona de vida denominada “bosque muy húmedo premontano” (bmh-PM).

Se utilizó un pie de cría de *Sitophilus granarius* L., el que fue donado por el laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional sede Medellín y posteriormente fueron trasladados a la Corporación Universitaria Lasallista donde estuvieron bajo refrigeración por 24 horas. Luego, se procedió a cambiar el sustrato de los insectos por una proporción igual de maíz picado, maíz entero, y mogolla para su alimentación y reproducción. Se mantuvieron en este medio durante un mes y medio.

La metodología utilizada para el bioensayo corresponde al siguiente procedimiento¹⁶:

La *Verbena officinalis* L. fue obtenida en la plaza de mercado de Bello, Antioquia. Se dejó secando a temperatura ambiente por dos semanas y después fue picada y molida en un molino de café en su totalidad para obtener polvo de verbena. El material molido fue aproximadamente 1.000gr se dividió en tres partes: 600gr para

los análisis de laboratorio y 400gr para extracto húmedo y seco. La primera parte se envió al laboratorio de química de productos naturales de la Universidad Nacional donde le practicaron un análisis fitoquímico; la segunda, fue utilizada para realizar el extracto seco y la tercera, para realizar el purín. Para obtener el purín: se hirvió un litro de agua hasta su punto de ebullición, luego se retiró de la estufa y se le adicionaron 200 gramos de polvo de verbena y se dejó tapada durante 5 días para obtener una infusión concentrada, pasado este tiempo se filtró en un lienzo para obtener el purín libre de residuos de la planta. El extracto seco, consistía en 200gr del polvo de la verbena simplemente.

Bioensayo en extracto seco. Se colocaron 10 individuos de gorgojo en envases cuadrangulares de plástico con cuatro réplicas. La distribución del polvo seco de las plantas se realizó de la siguiente manera: 0,4 g, 0,8 g y 1,6 g por cada 10 g de maíz en cada una de las 4 replicas, y tres dosis más un control¹⁷; los insectos fueron evaluados cada 24 h durante 5 días (120 h).

Bioensayo en extracto acuoso. Se colocaron 10g de maíz previamente remojados por 5seg por cada concentración y cada tratamiento, y se agregaron 10 individuos de gorgojo en cada envase con 3, 6 y 9 ml, respectivamente, con cuatro réplicas más un control, evaluados cada 24 h durante 5 días (= 120 h), para obtener el efecto de mortalidad. Siguiendo las recomendaciones de Iannacone¹⁷ se evaluaron los siguientes tratamientos:

T1 Purin (3 mL de *Verbena officinalis*/kilogramo de Maiz) + *Sitophilus granarius*.

T2 Purin (6 mL de *Verbena officinalis*/kilogramo de Maiz) + *Sitophilus granarius*.

T3 Purin (9 mL de *Verbena officinalis*/kilogramo de Maiz) + *Sitophilus granarius*.

T4 Extracto seco (0,4 gramos de *Verbena officinalis*/kilogramo de Maiz) + *Sitophilus granarius*

T5 Extracto seco (0,8 gramos de *Verbena officinalis*/kilogramo de Maiz) + *Sitophilus granarius*

T6 Extracto seco (1,6 gramos de *Verbena officinalis*/kilogramo de Maíz) + *Sitophilus granarius*

Lactonas: Santonina
Glicósidos cardiotónicos: Digitoxigenina

T7 Maíz (1 kg) + *Sitophilus granarius* (10 insectos adultos por tratamiento). **Testigo**

El diseño experimental fue por bloques completamente al azar, siete tratamientos con cuatro repeticiones y un total de 28 unidades experimentales. Para probar si existieron diferencias significativas (probabilidad < 0,05) entre tratamientos, se hizo un análisis de varianza.

Los estándares utilizados fueron:

Alcaloides: Cinchonina
Esteroides: Sitosterol
Flavonoides: Quercetina
Fenoles y Taninos: Ácido tánico
Cumarinas: 1,2-Benzopirona
Antraquinonas: Alizarina

Resultados

Las plantas de la familia Verbenaceae llaman la atención de los investigadores no sólo por su alta diversidad botánica, su abundante y amplia distribución en todo el mundo, sino también por su variable uso. La permanente búsqueda de nuevos productos y combinaciones de sustancias químicas de origen natural, con potencial aplicación en diferentes industrias, tales como la farmacéutica, de alimentos, textil, química orgánica fina, la cosmética y de perfumes, y la agronómica en bioinsecticidas, impulsó nuestra investigación hacia un detallado estudio de los metabolitos secundarios volátiles de la verbenina, abundantes en América tropical, y la evaluación de su actividad biológica, particularmente, la capacidad insecticida.

Tabla 1. Informe del análisis fitoquímico de *Verbena officinalis*

Metabolitos	Pruebas	Resultado
Alcaloides	Dragendorff	Dudoso
	Mayer	Negativo
	Valser	Negativo
Esteroides *	Lieberman- Bourchard	Positivo ++
Flavonoides *	Shinoda	Positivo ++
Fenoles y taninos *	FeCl ₃ y gelatina	Positivo +++
Saponinas *	Espuma	Negativo
Cumarinas *	Cromatografía (CCF)	Negativo
Antraquinonas *	Brötager	Positivo ++
Lactonas sesquiterpénicas *	Baljet	Dudoso
	Kedde	Positivo ++
	Legal	Positivo ++
Glicósidos cardiotónicos *	Kedde	Dudoso
	Legal	Positivo +

Pruebas confirmativas por cromatografía en capa fina

Alcaloides: Negativo
Esteroides: Positivo
Flavonoides: Positivo
Antraquinonas: Positivo
Lactonas sesquiterpénicas: Positivo
Glicósidos cardiotónicos: Positivo

En los resultados que se muestran en la tabla 1 del análisis fitoquímico de la *Verbena officinalis*, se aprecia que presenta abundancia de los metabolitos secundarios correspondientes a los grupos de: fenoles y taninos, de mediana cantidad los esteroides, flavonoides, antraquinonas, lactonas sesquiterpénicas, y bajas cantidades de glicósidos cardiotónicos.

Se puede concluir que los extractos de verbena pueden ser utilizados como insecticidas repelentes en bodegas y estibas donde se almacenan los granos almacenados, evitando que tengan contacto directo con estas materas primas.

Además pueden ser utilizadas como antibacteriales y anifúngico.

En la tabla 2 se presentan los resultados para los diferentes tratamientos con verbena sobre *Sitophilus granarius*. Al analizar la tabla se observó que el tratamiento T3 correspondiente a la dosis de 1,6 gr por 10 gr de maíz presentó la mayor mortalidad para *Sitophilus* sin distinción de sexo.

A los experimentos se les aplicó un análisis de varianza, el que no presentó diferencias significativas entre tratamientos (F:0,95238095; valor de $p=0,2954$), explicando el modelo tan solo el 27,25% de la varianza de la viabilidad.

Tabla 2. Individuos muertos de *Sitophilus granarius* por cada tratamiento en condiciones de laboratorio

Número de repeticiones	Concentración en húmedo/ muertos			Testigo	Concentración en seco/ muertos		
	3 ml	6ml	9ml		0,4 gr	0,8gr	1,6gr
1	1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	2	0	1	0	1
3	1	0	1	0	0	0	4
4	1	0	0	0	1	1	0

Discusión

Las plantas producen sustancias aleloquímicas o metabolitos secundarios tales como terpenos, alcaloides, rotenonas, flavonoides y otros, algunos de los cuales poseen actividad tóxica contra insectos, interfieren en el desarrollo o en el comportamiento de los mismos, y pueden contribuir así a la regulación de sus poblaciones¹⁸. Los plaguicidas botánicos tendrían menor probabilidad de generar especies resistentes que los sintéticos, ya que ejercerían presiones selectivas múltiples sobre los insectos, al estar constituidos por una combinación de compuestos actuando simultáneamente¹⁹.

Los terpenoides son derivados del compuesto IPP (Isopentenil difosfato o "5-carbono isopentenil difosfato"). Según Goodwin²⁰, es un grupo grande de metabolitos con actividad biológica importante, muchos de ellos tienen funciones biológicas primarias: hacen parte de los

carotenoides de la molécula de clorofila, de las hormonas giberelina y ácido abscísico, pueden ser usados por sus cualidades aromáticas en la medicina tradicional, siendo utilizados con efectos antibacterianos como es el caso del citral, metol, alcanfor y los cannabinoides^{20,21}. Algunos tipos de terpenos como la azadiractina actúan interfiriendo con la producción de ecdisona y de la hormona juvenil de los insectos fitófagos, además actúa sobre el comportamiento de alimentación y oviposición, sobre la fecundidad y el desarrollo²².

Los flavonoides presentan funciones de atracción de polinizadores y protección contra herbivorismo²³. Un área muy importante en el campo de productos naturales es la determinación de la actividad biológica de las plantas y sus extractos. Muchas plantas son una fuente valiosa de nuevos *flavours* y efectivos agentes antisépticos y antioxidantes. Los antioxidantes de origen natural se usan cada vez con mayor

frecuencia no solamente en los alimentos, sino también en diferentes preparados farmacéuticos y cosméticos²³⁻²⁶. Estos compuestos tienen la propiedad de variar su color de acuerdo con el pH del citoplasma y la vacuola; es rojo a pH ácido y azul a pH alcalino. Por lo tanto, son indicadores del pH del suelo donde se encuentran las plantas.

Este grupo modulan la ingestión y el desarrollo de la oviposición en los insectos. La enzima polifenoloxidasas cataliza la oxidación de metabolitos secundarios fenólicos, resultando en quinonas sumamente reactivas, que se polimerizan en una goma que atrapa a los insectos o reduce la calidad nutricional de las proteínas. El ataque por insectos induce, asimismo, la síntesis de proteasas de cisteína en maíz. La identificación de mecanismos de respuesta hipersensible contra insectos en varias familias de plantas respalda la hipótesis que admite una amplia distribución de tales mecanismos de defensa entre los vegetales. Muchos metabolitos secundarios podrían resultar tóxicos para los herbívoros no adaptados y obligar a los adaptados a invertir una gran cantidad de recursos en su detoxificación²⁷.

La actividad fisiológica de los compuestos fenólicos de las plantas es muy diversa. Algunos de ellos pueden actuar en la fisiología interna de las plantas que los contienen, otros pueden tener importancia en la ecología. Los fenoles que absorben la luz ultravioleta pueden desempeñar algún tipo de función, al guiar a los insectos polinizadores. Ciertas plantas parecen tener resistencia a los ataques de hongos como resultado de su contenido de fenoles, aunque en ocasiones no hay ninguna relación. Hay constituyentes fenólicos que son repelentes o tóxicos a los herbívoros, mientras que otros afectan la reproducción de los roedores²¹.

Los compuestos Isoquinolínicos: derivados de la tirosina: papaverina, morfina, codeína. Presentes en las papaveráceas, son alcaloides muy fuertes que actúan sobre el sistema nervioso. Varios autores²⁸⁻³⁰ reportan en los vegetales reacciones inhibitorias de las quinonas ante el ataque de agentes microbianos después de 24 horas de exposición además de su papel en la formación de precursores fenólicos que conllevan a la formación de compuestos que terminan sien-

do parte de la ruta de lignificación de la planta o en síntesis de gomas, con el propósito de ocluir el patógeno, tal como se ha postulado en diversos trabajos.

Los taninos condensados, también conocidos como procianidinas, son polímeros aromáticos multihidroxilados basados en el monómero flavano de 15 carbonos. Estos polifenoles se forman principalmente en la corteza, madera, frutos y semillas de una gran variedad de especies vegetales. Los taninos hidrolizables son polifenoles vegetales constituidos por complejas combinaciones de ácido gálico y glucosa, compuestos que se obtienen cuando se les somete a una hidrólisis. Están presentes en un mayor número de especies del reino vegetal y se han reportado en prácticamente todas las partes de la planta. Al igual que los metabolitos secundarios, no existen evidencias de que los taninos tengan una función establecida en los procesos fisiológicos de las plantas. Sin embargo, su papel como agente alelopático es bien reconocido. Los taninos reaccionan rápidamente con otras biomoléculas formando productos complejos con proteínas (estructurales y catalíticas), almidón, sustancias pécticas y celulosas. Así se tiene que el ataque enzimático derivado del metabolismo de hongos o bacterias hospedados en la madera puede ser inactivado o disminuido sustancialmente ante la presencia de taninos³¹.

Wu³² planteó que las sustancias antialimentarias se clasifican sobre la base del tipo de estructura química como: terpenos que se encuentran en plantas pertenecientes a las familias Meliaceae; el Canellaceae y Verbenaceae, y compuestos heterocíclicos como cumarinas, flavonoides, lignanos y taninos; además de compuestos aromáticos como fenoles, quinonas, ácidos fenólicos, alcaloides y esteroides todas estas sustancias evitan o interrumpen el proceso de alimentación del insecto tras un consumo inicial de la planta y conducen de esa manera a su muerte por inanición.

Los glicósidos cardiotónicos son sustancias naturales de procedencia vegetal, son esteroides con amplia gama de funciones, cardiotónica, precursores de la vitamina D, agentes antiinflamatorio, y usados como detergente^{33,34}.

El análisis de varianza realizado en este estudio no presentó diferencia significativa entre tratamiento, debido a que las dosis que se utilizaron fueron muy bajas, esto se puede comparar con los trabajos realizados por Dua⁵, donde demuestra que al utilizar otras variedades de verbena como la *Lippia alba*, requieren dosis entre 2 y 4 ml por kl de frijol presentaron mortalidades y detención en los ciclos de vida del insecto.

Para los tratamientos que se utilizaron las concentraciones de verbena en polvo 0,04%, 0,08%, 0,16%, estas fueron muy bajas con respecto a las usadas por 1% y 2%, Silva³⁴ que obtuvo una mortalidad del 50,5% y del 82,8% con respecto al utilizado en este experimento que fue de 20%, 10% y 50% respectivamente, lo que hace que este experimento no haya dado resultados significativos con respecto a los análisis estadísticos.

Aunque los resultados experimentales aportaron comportamientos de repelencia o huida de los imagos de *Sitophilus granarius* al aplicarles dicho polvo en maíz. Según los análisis cromatográficos la presencia de compuestos flavonoides, taninos, fenoles y lactonas sesquiterpénicas genera repelencia en los insectos dañinos. Otros autores¹³⁻¹⁵, reconocen las propiedades biológicas de muchos de los metabolitos secundarios han generado búsqueda de nuevas drogas, antibióticos, insecticidas y herbicidas, con diversos efectos biológicos que han llevado a reevaluar los roles que poseen las plantas, especialmente en el contexto de las interacciones biológicas.

Conclusiones

1. El tipo de presentación y las concentraciones utilizadas de extractos de *Verbena* fueron muy bajas para generar mayor mortalidad en *Sitophilus*.
2. La utilización de *Verbena* en polvo en concentraciones de 1,6 gr/k de maíz, generó la mayor mortalidad en imagos de *Sitophilus*.
3. La utilización de purines de *Verbena* genera la proliferación de esporas de hongos y la pérdida del valor económico del grano de maíz, además de la estimulación de la cúpula en *Sitophilus*.

4. La *Verbena* puede ser utilizada como repelente de las plantas al ataque de patógenos u organismos dañinos.
5. Los metabolitos secundarios poseen actividad tóxica contra los insectos, interfiriendo en el desarrollo o en el comportamiento de los mismos, y contribuyen a la regulación de poblaciones de insectos plagas.

Agradecimientos

A la Corporación Universitaria Lasallista, por su apoyo, al laboratorio de química de productos naturales Universidad Nacional sede Medellín, donde se realizaron los estudios físico-químicos de la *Verbena officinalis* L., y a las empresas que nos abrieron sus puertas: Solla S.A, Granos Viboral y Cereales Aburrá.

Referencias

1. SILVA, G.A. Evaluación de polvos vegetales solos y en mezcla con inertes minerales para el ombate de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maíz almacenado. Montecillo, Texcoco. 2001. 75 p. Tesis (Magister en Ciencias). Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas.
2. GUZMAN, S. P. Efecto Insecticida y Residual de tres extractos de *Lippia alba* para el control de *Acanthoscelides obtectus* en frijol Diacol Calima. En : Revista Científica Guillermo de Ockam. Vol. 7, No. 1 (2004); p. 187-199.
3. RODRÍGUEZ, H.C. Plantas contra plagas: potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. Texcoco, México : RAPAM, 2000. 133 p.
4. LAGUNES, A. Uso de extractos y polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Texcoco. México : Colegio de postgraduados. USAID, CONACYT, BORUCONSA, 1994. 35 p.
5. DUA, V.K. et al. Repellency of *Lantana camara* (Verbenaceae) flowers against *Aedes* mosquitoes. In: Journal of the American Mosquito Control Association. Vol. 12, No. 3 parte 1 (sep. 1996); p. 406-408.

6. WEENEN, H. et al. Antimalarial activity of Tanzanian medicinal In plants. In : *Planta Medica*. Vol. 56, No. 4 (aug. 1990); p. 368-370.
7. SHARMA, O. P. A review of the biochemical effects of *Lantana camara* toxicity. In: *Veterinary and human toxicology*. Vol. 26, No. 6 (dec. 1984); p. 488-493.
8. RAMAN, K. V.; BOOTH, R. H. and PALACIOS, M. Control of potato tuber moth, *phthorimaea operculella* (Zeller), in rustic potato stores. In: *Tropical Sciences*. No. 27 (1987); p. 175-194.
9. SHARMA, O. P.; MAKKAR, H. P. and DAWRA, R. K. A review of the noxious plant *Lantana camara*. In: *Toxicon*. No. 26 (1988); p. 975-987.
10. REATEGUI, R. F. and PERUANO, G. M. Efecto del aceite esencial de *Lantana camara* L. sobre la oviposición de *Phthorimaea operculella* Z. In: *Anales Científicos UNALM*. Perú. No. 15 (1999); p. 168-173.
11. SHARMA S, O. P.; SINGH, B. and BHAT, T. K. Biotransformation of the landadenes, the pentacyclic triterpenoid hepatoxins of lantana plant, in guinea pig. In: *Toxicon*. No. 38 (2000); p. 1191-1202.
12. GHUISABERTI, E. L. 2000. *Lantana camara* L. (Verbenaceae). In: *Fitoterapia*. Vol. 71 (2000); p. 467-486.
13. SWAIN, T. *Chemistry in evolution and systematics*. Butterworth, Londres : J. HOOD, BOOKSELLERS, ABAA/ILA, 1973.
14. LEVIN, D.A. The chemical defenses of plants to pathogens and herbivores. In: *Annual Review of Ecology and Systematics*. Vol. 7 (1976); p. 121-159.
15. CRONQUIST, A. On the taxonomic significance of secondary metabolites in angiosperms. *Plant Systematics and Evolution*. Supl. 1 (1977); p. 179-189.
16. MAZZONETTO, F. and VENDRAMIM, J.D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. *Neotropical Entomol*. Vol. 32 (2003); p. 145-149.
17. IANNACONE, J. et al. 2004. Cuatro plantas biocidas sobre *Sitophilus zeamais* y *Stegobium paniceum* en el Perú. En: *Wiñay Yachay*. Perú. Vol. 8 (2994); p. 16-27.
18. SCHOONHOVEN, L. M.; JERMY, T. and LOON, J. J. Van. *Insect-Plant Biology from physiology to evolution*. Londres : Chapman & Hall, 1998.
19. SAXENA, R. C. Antifeedants in Tropical Pest Management. In: *Insect Science and Its Application*. Vol. 8, No. 4-6 (1986); p. 731-736.
20. Goodwin TW. *Aspects of terpenoid chemistry and biochemistry*. Londres : Academic Press, 1971.
21. VALENCIA ORTÍZ, C. Fundamentos de Fitoquímica. México : Editorial Trillas, 1995. 235 p.
22. CASTAÑERA DOMÍNGUEZ, P. Protección natural de plantas contra plagas: metabolitos secundarios. En : I SIMPOSIO INTERNACIONAL Y IV NACIONAL SOBRE SUSTANCIAS VEGETALES Y MINERALES EN EL COMBATE DE PLAGAS. [1:1998: México]. *Memorias*. Acapulco, Guerrero, México : El Congreso, 1998.
23. CLEMENT, J.S. Chemical review and evolutionary significance of the betalains. En: BEHNKE, H. D. y MABRY, T.J. (eds.) *Caryophyllales*. Berlin : Springer, 1994. p. 247-261.
24. FREI, B. *Natural antioxidants in human health and disease*, New York : Academia Press, 1994.
25. RISCH, S. J and CHI-TANG HO. *Spices. Flavor chemistry and antioxidant properties*. Washington : ACS, 1997.
26. LARSON, R. A. *Naturally occurring antioxidants*. Boca Raton : Lewis Publishers, 1997.
27. VIVANCO, Jorge M. Mecanismos químicos de defensa en las plantas. En: *Investigación y Ciencia*. (feb. 2005); p. 69-75 p.
28. VALENTONES, M. Specific Roles of Enzymatic Browning and Lignification in Apple Disease Resistance. In: *Postharvest Biology and Technology*. Vol. 36 (2005); p. 227-234.
29. BOLAÑOS, E. and MERCADO, E. Effects of Polyphenol Oxidase and Peroxidase Activity, Phenolics and Lignin Content on the Browning of Cut Jicama. In: *Postharvest Biology and Technology*. Vol. 33 (2004); p. 275-283.
30. GONZALEZ , L.R. Preservación de madera con taninos. En: *Madera y Bosques*. Vol. 2, No. 2 (1996); p. 67-73.
31. COLL, M.; GAVISH, S. and DORI, I. Population biology of the potato tuber moth, *Phthorimaea*

- operculella)Lepidoptera: Gelechiidae), in two potato cropping systems in israel. In: Bulletin of Entomological Research. Vol. 90 (2000); p. 309–315.
32. WU, M.J. et al. Glossogyne tenuifolia acts to inhibit inflammatory mediator production in a macrophage cell line by downregulating LPS-induced NF-kappa B. In: Journal of Biomedical Science. Vol. 11, no. 02 (mar-apr. 2004); p.186-99.
33. TAI, M.C. Therapeutic potential of wogonin: a naturally occurring flavonoid. CNS Drug Reviews. Summer. Vol. 11, No. 2 (2005); p. 141-50.
34. SILVA, G.; LAGUNES, A. and RODRÍGUEZ, J. 2003. Control de *Sitophilus zeamais* con polvos vegetales solos y en mezclas con Carbonato de calcio en maíz almacenado. En: Cien. Inv. Ag. Vol. 30 (2003); p. 153-160.