

Potencialidades de los polvos de *Lonchocarpus punctatus* en el control de *Sitophilus zeamais*

Sayonara González¹, Oriela Pino², Rafael S. Herrera¹, Nurys Valenciaga¹, Dayleni Fortes¹ y Yaima Sánchez²

¹Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba

²Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA)

Correo electrónico: sgonzalez@ica.co.cu

Las plantas tienen diferentes retos que provienen del entorno y responden a ellos. Estas respuestas a su ambiente biótico y abiótico les permiten la mejor distribución de sus recursos para crecer, reproducirse y defenderse. Este trabajo se realizó con el objetivo de establecer la composición de metabolitos secundarios y las potencialidades de los polvos de los órganos estructurales de *Lonchocarpus punctatus* en el control de *Sitophilus zeamais*. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones y los tratamientos fueron: frutos, hoja, tallo y un control negativo. Para *L. punctatus* el pesquizado fitoquímico mostró la presencia de grupos α -amino, triterpenos/esteroides y taninos. Se destacaron los tallos por una mayor presencia. El tratamiento de mejores valores de mortalidad del insecto ($P < 0.001$), menores emergencias y menores pérdidas de peso del grano fue el del tallo con valores de 72.36, 31.79 y 9.68 %, respectivamente. Además, *L. punctatus* mostró efecto repelente para todas las estructuras. Se puede concluir que la planta evaluada *L. punctatus* presenta diversidad en la composición de grupos de metabolitos secundarios y fue destacada la presencia de grupos α -amino, triterpenos/esteroides y taninos en los tallos. Al parecer, algún o algunos de estos compuestos están asociados al efecto anti-insecto en el *Sitophilus zeamais*. Por lo tanto, el tallo de *L. punctatus*, aplicado como polvo al 1%, constituye un producto potencialmente activo frente a *S. zeamais*.

Palabras clave: metabolitos secundarios, anti-insecto, *Sitophilus zeamais*.

Las plantas producen sustancias químicas, metabolitos secundarios, que le permiten defenderse del ataque de insectos plaga. Estos compuestos químicos se dividen en tres grupos: terpenicos, fenólicos y con nitrógeno, si se consideran únicamente los de mayor importancia (Taiz y Zeiger 2006). Muchas de estas sustancias están involucradas en la relación planta-entorno y sus diversas propiedades biológicas permiten su uso como plaguicidas.

Entre las especies que son plagas importantes de los cereales almacenados prevalecen tres: el gorgojo de los graneros o del trigo, *Sitophilus granarius* (L.); el gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky; y el gorgojo del arroz, *Sitophilus orizae* (L.). No obstante, *S. zeamais* es el principal responsable de las infestaciones que preceden a la cosecha, debido a la mayor tendencia de la especie a volar (Fleitas 2007).

Las potencialidades del reino vegetal como fuente de nuevos insecticidas se han explotado muy someramente. En los últimos años, se evaluaron algunos polvos de origen vegetal, que se pueden utilizar satisfactoriamente para el control de plagas durante el período de almacenamiento (Silva *et al.* 2003). Sin embargo, existe un grupo numeroso de plantas que no han sido estudiadas aún con estos fines.

En observaciones realizadas se destacó que el *L. punctatus* resultó ser un arbusto resistente al ataque de insectos plaga. Por ello, el empleo de esta planta en forma de polvo pudiera ser una alternativa para el control de plagas del gorgojo del maíz (*S. zeamais*). El objetivo de este trabajo consistió en determinar la presencia de grupos de metabolitos secundarios en

cada uno de los órganos estructurales evaluados de *L. punctatus* y establecer las potencialidades del polvo de las diferentes estructuras de esta planta en el efecto anti-insecto frente a *S. zeamais*.

Materiales y Métodos

El material vegetal se sometió a un proceso de secado en estufa a 45 °C de temperatura hasta lograr peso constante. Luego, se pulverizó y se dejó reposar por 2 horas sobre papel para que disipara el calor y humedad. Posteriormente, se tamizó a 250 μ m con el fin de lograr un polvo fino y homogéneo. Finalmente, se almacenó a temperatura ambiente en bolsas de nailon y se identificó según la estructura vegetal.

Para la determinación de los principales grupos de compuestos naturales presentes en las diferentes estructuras de *L. punctatus*, se llevó a cabo el tamizado fitoquímico según Rondina y Coussio (1969). Este método consiste en una marcha analítica de extracciones sucesivas con disolventes orgánicos. Partiendo de un extracto metanólico, se obtienen diferentes fracciones sobre las cuales se realiza una serie de reacciones colorimétricas en tubos de ensayos y sobre papel de filtro que permiten detectar grupos de compuestos químicos.

Para evaluar la toxicidad de los polvos vegetales, según se describirá posteriormente, se utilizaron ejemplares adultos de *S. zeamais*, los que se reprodujeron en condiciones controladas (25 ± 2 °C, 70 ± 5 % de humedad relativa y fotoperíodos de 12 horas). Para el experimento, se seleccionaron los insectos de no más de

10 días de emergidos, los que fueron sexados según el criterio propuesto por Halstead (1963), quien señaló que el rostrum del macho es claramente más corto y rugoso que el de la hembra.

Como sustrato se utilizó maíz (*Zea mays* vc. Manitou) debido a que el tamaño del grano facilita la diferenciación entre los granos dañados por los insectos y los granos sin daño (Silva y Lagunes 2003). Antes de comenzar el experimento los granos se lavaron con agua destilada para eliminar impurezas.

Se evaluaron 3 tratamientos y un control negativo sin polvo con cuatro repeticiones cada uno (tabla 1) a una concentración del 1% (p/p). Esta concentración es apropiada para lograr una explotación sostenible de las especies, como fuente de biomasa para la obtención de plaguicidas, en caso de que sea seleccionada la planta como fuente promisoriosa y se elija para pasar a la etapa de desarrollo y comercialización (Lagunes 1994). El diseño fue completamente al azar.

La metodología que se utilizó fue la propuesta por González *et al.* 2009. En frascos de vidrios limpios y

Tabla 1. Tratamientos utilizados en las pruebas biológicas

Nombre científico	Estado fenológico	Tratamientos
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	Fructificación	Polvos de frutos
		Polvos de hojas
		Polvos de tallos

secos se mezclaron 100g de maíz con 1g de polvo vegetal según el tratamiento. Después de realizada la mezcla, se procedió a infestar cada frasco con 20 parejas de insectos *Sitophilus zeamais* con no más de 10 días de emergidos. Posteriormente, los frascos se colocaron en un cuarto a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ de humedad relativa y fotoperíodos de 12 horas.

La mortalidad del insecto se evaluó a los 15 días, para cada tratamiento y sus repeticiones. La valoración del porcentaje de mortalidad se obtuvo según la fórmula de Abbott (1925):

Mortalidad corregida =

$$\frac{\text{Mortalidad tratamiento} - \text{Mortalidad testigo}}{100 - \text{Mortalidad testigo}} \times 100$$

Luego de evaluar la mortalidad, se incorporó nuevamente 1g de los polvos vegetales de cada tratamiento.

El porcentaje de emergencia relativa de *S. zeamais* se calculó a los 55 días de la infestación siguiendo la indicación de Aguilera (2001), quien considera como 100% el número de insectos adultos emergidos en el testigo.

Porcentaje de emergencia =

$$\frac{\text{Porcentaje de emergencia en el tratamiento}}{\text{Porcentaje de emergencia en el testigo absoluto}} \times 100$$

A los 55 días de la infestación, también se evaluó el porcentaje de pérdida de peso del grano según Adams y Schulten (1976):

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 45, Número 1, 2011.

Porcentaje de pérdida de peso =

$$\frac{\text{Número de granos dañados}}{\text{Número de granos}} \times 100 \times C$$

Número de granos

C = 0.125 Valor constante (si el maíz es almacenado como grano).

Para establecer el efecto de repelencia del *S. zeamais* frente a los polvos vegetales de *L. punctatus* se evaluaron los 3 tratamientos con tres repeticiones cada uno según la metodología propuesta por Tavares (2002). Se utilizó una arena formada por cinco cajas plásticas circulares, de 5 cm de diámetro y 1.5 cm de altura (figura 1). La caja central se conectó con las demás por tubos plásticos de 10 cm de longitud dispuestos diagonalmente. Las placas con polvo y los testigos, sin polvo vegetal, se distribuyeron en dos cajas simétricamente opuestas. En el recipiente central se liberaron 50 adultos de *S. zeamais*. Pasada 24 horas se contabilizó el número de insectos en cada recipiente y se utilizó la fórmula descrita por Mazzonetto (2002) para determinar el índice de repelencia:

$$\text{Índice de repelencia} = \frac{2G}{G + P}$$

Donde:

G = porcentaje de insectos en el tratamiento

P = porcentaje de insectos en el testigo

Mediante esta ecuación se pudo determinar si el polvo vegetal es neutro si $IR=1$, atrayente si $IR>1$ y repelente si $IR<1$.

Para verificar si las variables estudiadas presentaban distribución normal y homogeneidad de la varianza, se empleó la prueba de Kolmogorov – Smirnov y Levene, respectivamente (Siegel y Castellan 1995). El porcentaje de germinación se transformó según $\arcsen\sqrt{x}$. Todos los tratamientos cumplieron con la normalidad y

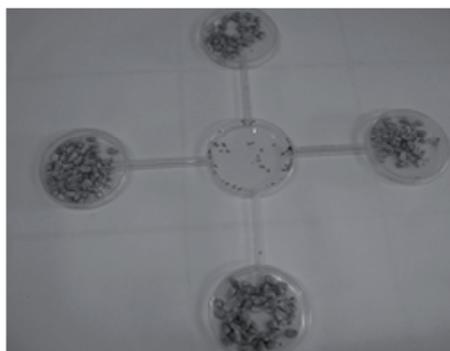


Figura 1. Experimento de repelencia.

homogeneidad. Se hizo análisis de varianza según modelo de Clasificación Simple, las medidas fueron transformadas según $\arcsen \sqrt{x}$ y se utilizó la dócima de Tukey.

Resultados y Discusión

Los resultados del tamizaje fitoquímico para la especie vegetal estudiada se presenta en la tabla 2, donde se muestra la información obtenida para los grupos de compuestos cuya detección fue positiva. El tamizaje fitoquímico es una técnica cualitativa que permite identificar la presencia de los principales grupos de metabolitos secundarios en las muestras analizadas. Variaciones en la intensidad de los colores que se desarrollan en las reacciones colorimétricas, la presencia de opalescencia, turbidez o formación de precipitados poco solubles, pueden tomarse como indicador del contenido de determinado grupo de compuestos.

estudiados, lo cual impidió su detección con la técnica empleada. Según García-Mateos (2007), los metabolitos secundarios se acumulan en la planta en pequeñas cantidades, a veces en células especializadas, lo que hace que su extracción sea difícil y costosa.

Este grupo de compuestos se informa con mayor frecuencia en las raíces de las especies de este género (Magalhaes *et al.* 2000, Borges-Argáez *et al.* 2002 y 2007). Sin embargo, esta estructura no formó parte de esta investigación debido a que en este arbusto perenne su uso conduce a la destrucción del vegetal.

En la literatura consultada no se encontró información de la composición química de *L. punctatus*, por lo que el presente trabajo constituye el primer acercamiento al estudio químico de los metabolitos secundarios de esta especie.

Tabla 2. Metabolitos secundario encontrados en las estructuras de *L. punctatus*.

Estado fenológico	Muestra	R-NH ₂	Alcaloides	Triterpenos-Esteroides	Taninos	Grupos fenólicos
Fructificación	<i>L. punctatus</i> (Fruto)	+++	+	+	+	+
	<i>L. punctatus</i> (Hoja)	++	+	++	++	+
	<i>L. punctatus</i> (Tallo)	++	+	++	++	+

Presencia abundante (+++), presencia moderada (++) y presencia leve (+)

Para *L. punctatus*, de la familia Fabaceae, el pesquizaje fitoquímico mostró la presencia de grupos α - amino en todas las estructuras evaluadas (tabla 2). Sin embargo, se observaron diferentes tonalidades en las reacciones colorimétricas, siendo más notable el fruto con relación al tallo y las hojas. Este resultado puede atribuirse a diferencias en las concentraciones de este grupo de compuestos en las estructuras analizadas.

Además, se encontró presencia de alcaloides y grupos fenólicos libres en todas las estructuras. La presencia de triterpenos/esteroides y taninos, se detectó en mayor cantidad para los tallos y las hojas en relación con los frutos, lo que se evidenció por la mayor intensidad en la coloración para triterpenos/esteroides y mayor turbidez para los taninos. Aganga y Mosase (2001) también encontraron presencia de taninos condensados en semillas de una especie del mismo género, *Lonchocarpus capassa* (Rolf.).

La determinación de flavonoides en los polvos de las hojas, tallos y frutos de *L. punctatus* resultó negativa. Sin embargo, el género *Lonchocarpus* tiene como antecedente la presencia de flavonoides, siendo el más popular la rotenona; compuesto con fuerte actividad fitosanitaria y uno de los plaguicidas botánicos de mayor importancia en el mercado mundial (Maggi 2004).

La no detección de flavonoides en *L. punctatus*, pudo ocurrir por la no presencia de este tipo de compuestos o encontrarse en bajas cantidades en los órganos

La presencia o ausencia de un determinado grupo de compuestos en el material vegetal que se analiza, está influenciada por un amplio número de factores: la zona geográfica, la época del año, el clima, la etapa de desarrollo de la planta y el suelo, entre otros; por lo tanto, la variación de cualquiera de ellos puede determinar el resultado positivo o negativo de una prueba de identificación.

El efecto antiinsecto abarca la actividad insecticida e insectistática de los polvos evaluados. El efecto insecticida, quiere decir que el insecto muere por acción directa de un compuesto químico presente en la planta. Los indicadores que permitieron determinar este efecto fueron mortalidad y porcentaje de insectos emergidos. El efecto insectistático, se evaluó a través del efecto antialimentario (pérdida de peso del grano) y la repelencia. Uno o varios compuestos presentes en el material evaluado, no permite que el insecto llegue a la planta o al producto, impidiendo de esta forma su acercamiento y el consumo por el insecto.

De los 3 polvos evaluados, pertenecientes a las diferentes partes de las plantas, uno sobrepasó el umbral propuesto por Silva *et al.* (2001); quienes señalaron como prometedores sólo aquellos tratamientos con mortalidad superior al 40% (tabla 3).

La familia Fabaceae, representada en esta investigación por el *L. punctatus* comprende un grupo amplio de especies con actividad insecticida. Entre ellas, las más populares

Tabla 3. Efecto de los polvos de las estructuras estudiadas de *L. punctatus* en el porcentaje de mortalidad de *S. zeamais*.

Estado fenológico	Tratamientos	Mortalidad (%)
Fructificación	<i>L. punctatus</i> (Fruto)	19.49 ^b
	<i>L. punctatus</i> (Hoja)	25.16 ^b
	<i>L. punctatus</i> (Tallo)	72.36 ^c
	Control	0.0002 ^a
	ES(±)y Sign	0.0485***

^{abc} Valores con letras iguales no difieren a $P < 0.001$ (Prueba Tukey) *** $P < 0.001$

pertenecen a los géneros *Lonchocarpus*, *Derris* y *Tephrosia*. Las sustancias provenientes de estos géneros actúan tópicamente y por ingestión, además se caracterizan por ejercer su efecto insecticida mediante la inhibición de la respiración mitocondrial (Grainge y Ahmed 1988 y Koono *et al.* 2007).

De las partes evaluadas (frutos, hojas y tallos) del *L. punctatus*, sólo el tallo pasó el 40% establecido como indicador de selección en la mortalidad del *S. zeamais*, alcanzando valor de 72.36%, significativamente diferente del resto de las estructuras de esta planta (tabla 3). No se encontró en la literatura consultada referencias del efecto de *L. punctatus* frente a *S. zeamais*.

Sin embargo, se conocen otras especies de la familia Fabaceae que mostraron actividad insecticida frente a *Sitophilus oryzae* como: *Physostigma venenosum* (Balf), *Ononix natrix* (L.), *Petalostemon villosus* (Nutt.), *Butea monosperma* (Lam.) y flores de *Pongamia pinnata* (L.) que causaron mortalidad al aplicar tópicamente sus extractos (Grainge y Ahmed 1988).

El efecto insecticida observado con los polvos de los tallos de *L. punctatus*, pudo ocurrir por la acción de compuestos o mezcla de compuestos pertenecientes a los grupos encontrados en el tamizaje como los grupos α - amino, fenoles, taninos, triterpenos/esteroides y alcaloides.

En la familia Fabaceae existen varias especies con acción insecticida en las que se informa la presencia de alcaloides y taninos (Grainge y Ahmed 1988). Según Pérez e Iannacone (2006) los alcaloides son grupos de compuestos muy activos que bloquean la transmisión del nervio motor, causando relajación y parálisis flácida del músculo esquelético en el cuerpo de algunos insectos, lo que indica que estos compuestos pudieran estar relacionados con la acción insecticida observada.

Hasta aquí se pudo conocer, con el estudio realizado, que las estructuras de la planta presenta metabolitos secundario que tienen efecto insecticida frente a *S. zeamais*. Además, se demostró cual fue la estructura que mostró el mejor resultado. Sin embargo, se consideró necesario evaluar el efecto de los polvos en la emergencia del gorgojo ya que, debido a la alta tasa de reproducción que presentan estos insectos, lograr disminuciones en la emergencia podría constituir un método de control efectivo.

En la disminución de la emergencia de adultos, los tratamientos se consideraron como promisorios si redujeron al menos el 50% de la progenie de los insectos (Silva *et al.*

2004). El tratamiento que estuvo en el límite establecido fue el tallo de *L. punctatus* con 31.79% (tabla 4).

Los resultados obtenidos demuestran que el tratamiento que presentó mayor mortalidad en el insecto adulto de *S. zeamais*, también provocó la menor emergencia de los estadios

Tabla 4. Efecto de los polvos de las estructuras estudiadas de *L. punctatus* en el porcentaje de emergencia del adulto de *S. zeamais*

Estado fenológico	Tratamientos	Emergencia (%)
Fructificación	<i>L. punctatus</i> (Fruto)	82.12 ^b
	<i>L. punctatus</i> (Hoja)	60.12 ^b
	<i>L. punctatus</i> (Tallo)	31.79 ^a
	Control	99.98 ^c
	ES(±)y Sign	0.0695***

^{abc} Valores con letras iguales no difieren a $P < 0.001$ (Prueba Tukey) *** $P < 0.001$

inmaduros. Los compuestos activos presentes en estos tejidos, al parecer, muestran efecto antiinsecto combinando una acción insecticida con efecto insectistático

Muchas especies vegetales que se utilizan en la protección de plantas poseen efecto insectistático, actúan alterando el desarrollo normal del insecto. Dentro de las Fabáceas, existen especies que inhiben el crecimiento de insectos como *Spodoptera litura* (Fabric.) y *D. cingulatus* (Grainge y Ahmed 1988 y Simmonds 1997).

Los resultados obtenidos en la disminución de la emergencia se pueden deber a distintas causas. Por efecto directo ligado a la mortalidad inmediata de hembras y/o machos. Esto conlleva a que las hembras no logran depositar su carga normal de huevos y en ambos sexos la muerte impide la copulación y por tanto disminuye la oviposición. Otro aspecto que pudo influir en la reproducción fue la posible esterilidad de los adultos.

Estos compuestos activos podrían dificultar el encuentro del macho con la hembra al ocupar el espacio entre los granos, o bien que la hembra al encontrar el grano cubierto por el polvo no recibe el estímulo necesario para oviponer, situación que podría ser causada por las alomonas de la planta que se liberan al medio donde se encuentran los granos de maíz (Shenk y Kogan 2003).

También la muerte de los insectos en los estadios inmaduros, imposibilita la emergencia del insecto. Por último, puede ocurrir que una vez depositados los huevos mueren al tener contacto con el polvo disminuyendo la emergencia. Por ello, sería conveniente realizar estudios futuros para esclarecer estas interrogantes.

La pérdida de peso del grano en un indicador que permite conocer cómo fue el consumo del insecto, tanto de las formas inmaduras como del adulto. Todo el desarrollo larval de *S. zeamais* ocurre dentro del grano, alimentándose de éste y su consumo se traduce más en manutención que ganancia de peso del insecto, por lo tanto es de esperar que a mayor mortalidad y menor emergencia de adultos, la pérdida de

peso sea mínima.

Los resultados mostraron (tabla 5) que de los tratamientos evaluados la menor pérdida de peso ($P < 0.001$) se obtuvo con el polvo del tallo de *L. punctatus* (9.68%).

La reducción en la pérdida del peso puede ser consecuencia del efecto insecticida en el adulto o del efecto regulador del crecimiento; también puede deberse al efecto antialimentario a causa de los metabolitos

Tabla 5. Efecto de los polvos de las estructuras de *L. punctatus* en el porcentaje de pérdida de peso del grano por acción del *S. zeamais*

Estado fenológico	Tratamientos	Pérdida de peso (%)
Fructificación	<i>L. punctatus</i> (Fruto)	11.17 ^b
	<i>L. punctatus</i> (Hoja)	10.83 ^b
	<i>L. punctatus</i> (Tallo)	9.68 ^a
	Control	11.70 ^c
	ES(±)y Sign	0.0017***

^{abc} Valores con letras iguales no difieren a $P < 0.001$ (Prueba Tukey) *** $P < 0.001$

presentes en los polvos vegetales estudiados.

En relación con las Fabáceas, se conoce que especies pertenecientes al género *Lonchocarpus* y *Tephrosia* tienen efectos de inhibición de la alimentación en diferentes insectos, los que están asociados a grupos de compuestos como flavonoides (rotenonas), aminoácidos no proteicos y a los alcaloides (Simmonds 1997 y Pérez *et al.* 2007).

La existencia de un efecto disuasivo de la alimentación sería particularmente ventajoso para la protección de los granos almacenados, si se considera que contribuiría a evitar los daños en las fases del insecto que se encuentran dentro de los granos protegidos de un posible efecto por contacto directo. Sería conveniente la evaluación posterior de dosis superiores de los polvos con vistas a obtener mayor efecto protector, disminuyendo los valores de pérdida de peso del grano.

Al tener en cuenta los resultados alcanzados y al

evaluar el efecto en la mortalidad, emergencia y pérdida de peso del grano se pudo concluir, que el tratamiento con mayor mortalidad de insectos y menor emergencia, presentan menor pérdida de peso de granos. Esto se podría atribuir a la acción directa o combinada de efectos en el *S. zeamais* que provoca la disminución del consumo del grano por el insecto, tales como: muerte, efecto antialimentario, impedimento para que la hembra y el macho se localicen o provocar esterilidad en la hembra, lo que conduciría a la menor reproducción y por tanto, menos consumo de las formas inmaduras en el interior del grano.

Los polvos vegetales también pueden contribuir al control de las plagas insectiles mediante un efecto repelente (Tavares 2002). En el presente trabajo se determinó el efecto en el insecto adulto de *S. zeamais* producido por los polvos de las estructuras de la planta *L. punctatus*.

L. punctatus mostró efecto repelente para todos los tejidos evaluados (figura 2). Esto se evidenció con el índice de repelencia que alcanzó valores por debajo de la unidad para todas ellas. Sin embargo, las hojas lograron menor valor, dado a que existió marcada diferencia en el número de insectos presentes en el testigo y el tratamiento (76 y 24%, respectivamente).

No se encontró en la literatura información disponible acerca del efecto repelente de *L. punctatus* en *S. zeamais*. Sin embargo, se conoce de la familia de las fabáceas, otras especies que presentan efecto repelente frente especies de género *Sitophilus* como *Trigonella foenumgraecum* (L.) en *S. granarius* y semillas de *Pisum sativum* (L.) frente a *S. oryzae* (Grainge y Ahmed 1988).

Se puede concluir que la planta evaluada *Lonchocarpus punctatus*, presentan diversidad en la composición de grupos de metabolitos secundario con grupos α - amino, alcaloides, triterpenos/esteroides, taninos y grupos fenólicos; y que algún o algunos de estos compuestos están asociado al efecto antiinsecto en el *Sitophilus zeamais*. Por lo tanto, el tallo de *L. punctatus* aplicados como polvos al 1%, constituye un producto potencialmente activo frente a *S. zeamais*.

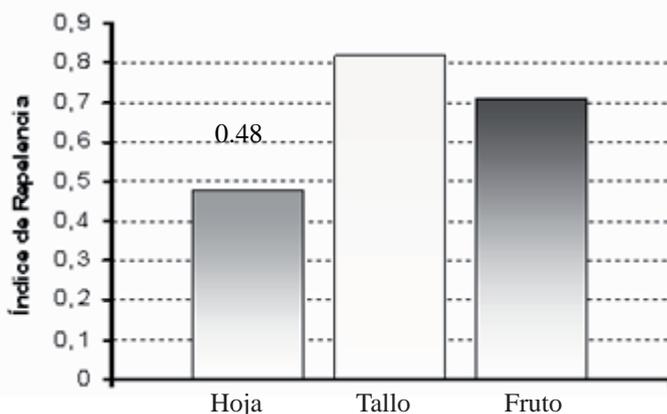


Figura. 2 Efecto repelente de *L. punctatus* frente a *S. zeamais*.

Tratamientos	Insectos Atraídos (%)
<i>L. punctatus</i> (Hoja)	24.0
Testigo	76.0
<i>L. punctatus</i> (Tallo)	35.5
Testigo	64.5
<i>L. punctatus</i> (Raíz)	41.0
Testigo	59.0

Referencias

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265
- Adams, J.M. & Schulten, C.G.M. 1976. Losses caused by insects, mites and microorganisms. En: *Postharvest Grain Loss Assessment Methods*. American Association of Cereal Chemists Sloogh, England. p. 83
- Aganga, A.A. & Mosase, K.W. 2001. Tannin content, nutritive value and dry matter digestibility of *Lonchocarpus capassa*, *Zizyphus mucronata*, *Sclerocarya birrea*, *Kirkia acuminata* and *Rhus lancea* seeds. *Animal Feed Science and Technology* 91:107.
- Aguilera, M. 2001. Estudios de efectividad biológica con plagas de granos almacenados. En: Bautista N. y Díaz. O. Eds. *Bases para realizar estudios de efectividad biológica de plaguicidas*. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, México. p. 43
- Borges-Argáez, R., Balnburby, L., Flowersb, A., Gime, A., Ruizc, G., Watermanb, P.G & Pen, L.M. 2007. Cytotoxic and antiprotozoal activity of avonoids from *Lonchocarpus* spp. *Phytomedicine* 14:530
- Borges-Argáez, R., Peña, R. & Waterman, P.G. 2002. Flavonoids from two *Lonchocarpus* species of the Yucatan Pinensula. *Phytochemistry* 60: 533.
- Fleitas, D.G. 2007. Prueba de viabilidad y poder germinativo de la semilla de maíz (*Zea mays*, Lin). Disponible: <<http://www.monografias.com/trabajos45/conservacion-semillas-maiz/conservacion-semillas-maiz3.shtml>> [Consultado: 13/12/08]
- García-Mateos, R. 2007. Diferencias entre metabolitos primarios y secundarios. Disponible: <<http://bioquimvegrosgar.files.wordpress.com>> [Consultado: 13/12/08]
- González, S., Pino, O., Herrera, R.S., Valenciaga, N., Fortes, D. & Sánchez, Y. 2009. Control de *Sitophilus zeamais* con polvos vegetales de una especie de la familia fabaceae (49-1-XIV). *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 43
- Grainge, M & Ahmed, S. 1988. *Handbook of plants with pest control properties*. Ed. John Wiley & Son, New York. p. 226
- Halstead, D. 1963. External sex differences in stored-products coleoptera. *Bull. Entomol. Res.* 54:119
- Koona, P., Malaa, D. & Koona, O. E. 2007. Hexane extracts from *Tephrosia vogelii* Hook. f. protect stored maize against the weevil *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Entomol. Sci.* 10:107
- Lagunes, T.A. 1994. Extractos, polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Memoria. Colegio de Postgraduados USAID-CONACYT-BORUCONSA. Montecillo. Texcoco. México. 32 pp.
- Magalhaes, A.F., Tozzi, A.M., Magalhaes, E.G., Nogueira, M.A. & Queiroz, C.N. 2000. Flavonoids from *Lonchocarpus* root. *Phytochem.* 55:787
- Maggi, M.E. 2004. Origen de los pesticidas naturales. Disponible: <<http://www.cannabiscafe.net/foros/showthread>> [Consultado: 21/7/08]
- Mazzonetto, F. 2002. Efecto de genótipos de feijoeiro e de pós de origen vegetal sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) e *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col.: Bruchidae). Piracicaba, 134. Tesis Doutorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidad de Sao Paulo.
- Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 45, Número 1, 2011.
- Pérez, D. & Iannacone. J. 2006. Efectividad de extractos botánicos de diez plantas sobre la mortalidad y repelencia de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L., insecto plaga del pijuayo *Bactris gasipaes* Kunth en la amazonía del Perú. *Agric. Téc. (Chile)* 66:21
- Pérez, F., Silva, G. & Tapia, R. 2007. Variación anual de las propiedades insecticidas de *Peumus boldus* sobre *Sitophilus zeamais*. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 42:633
- Rondina, R.V. & Coussio, J.D. 1969. Estudio fitoquímico de plantas medicinales argentinas. *Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA. Serie 2, Biología y Producción Vegetal.* 6:22
- Shenk, M. & Kogan, M. 2003. Rol de los insecticidas en el manejo integrado de plagas. En: G. Silva y R. Hepp. Eds. *Bases para el manejo racional de insecticidas*. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía. Fundación para la Innovación Agraria. Chillán, Chile. p. 29-49
- Siegel, S. & Castellan, N.J. 1995. *Estadística no paramétrica aplicada a ciencia de la conducta*. Cuarta edición. Editorial Trillas, Mexico. p. 437.
- Silva, G., González-Gómez, P., Hepp-Gallo, R. & Casals-Bustos, P. 2004. Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvos inertes. *Agrociencia* 38:529
- Silva G. & Lagunes, T. 2003. Control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio. *Ciencia e Investigación Agraria* 30:153
- Silva, G., Lagunes, T., Rodríguez, C. & Rodríguez, D. 2001. Escala para determinar el daño por insectos al grano de maíz almacenado. *Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (CATIE)* 68:46
- Silva, G., Pizarro, D., Casals, P. & Berti, M. 2003. Evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado. *Rev. Bras. Agrocienc.* 9:383
- Simmonds, M.S. 1997. Actividad antiinsecto y modificadores del comportamiento. En: Pascual Villalobos, M.J. (Ed.). *Insecticidas de origen natural protección integrada y ecológica en agricultura*. p.11.
- Taiz, L. & Zeiger, E. 2006. *Secondary Metabolites and Plant Defense*. *Plant Physiology*. Fourth Edition, Sinauer Associates, Inc. p. 283
- Tavares, M. 2002. Bioatividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae), em relação a *Sitophilus zeamais* (Col.: Curculionidae). Tese Maestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Brasil, P. 59.

Recibido: 27 de mayo de 2010