

## Control de *Sitophilus zeamais* con polvos vegetales de una especie de la familia Fabacea (49-1-XIV)

Sayonara González<sup>1</sup>, Oriela Pino<sup>2</sup>, R. S. Herrera<sup>1</sup>, Nurys Valenciaga<sup>1</sup>,

Dayleni Fortes<sup>1</sup> y Yaima Sánchez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencia Animal. Apartado Postal 24. San José de las Lajas. La Habana, Cuba

<sup>2</sup>Centro de Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Intersección de Autopista Nacional y Carretera Jamaica a

Tapaste. San José de las Lajas. La Habana, Cuba

Correo electrónico: sgonzalez@ica.co.cu

Se condujo este trabajo con el objetivo de evaluar el efecto anti-insecto de los polvos de las diferentes partes de la planta (49-1-XIV), como alternativa natural para el control del gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais* Motschulsky). Para ello se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cuatro repeticiones y un control negativo. Los tratamientos fueron los órganos estructurales de la planta por separado: semillas, vaina, hoja, tallo y raíz. Se evaluó la mortalidad, emergencia del adulto y el efecto repelente del insecto. Además, se determinó la pérdida de peso y el porcentaje de germinación de las semillas de *Zea mays*, utilizado como sustrato para los insectos. Los resultados mostraron, para los polvos correspondientes al tallo, la semilla y las hojas de la planta, evaluada a una concentración de 1%, valores de mortalidad de 69.93, 64.93 y 46.81 %, respectivamente, para los adultos de *S. zeamais*. Los tratamientos que revelaron mayor mortalidad, presentaron la menor emergencia con valores de 30.56 % para el tallo, seguido por la semilla (40.48 %) y las hojas (43.75 %). Las menores pérdidas de peso se obtuvieron con los polvos de los tallos y las semillas. En cuanto al porcentaje de germinación, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Se concluye que los polvos de los tallos, las semillas y las hojas de la planta (49-1-XIV), aplicados como polvos al 1 % tienen efecto anti-insecto frente a *S. zeamais* por su efecto positivo en la mortalidad, disminución de la emergencia de adultos, efecto en la repelencia del insecto, menor pérdida de peso del grano y por no influir en la germinación de las semillas.

Palabras clave: *polvos vegetales, mortalidad, germinación, Sitophilus zeamais*.

Se estima que de 5 a 10 % de la producción mundial de granos se pierde a causa de los insectos plaga, lo que equivale a la cantidad de granos necesaria para alimentar a 130 millones de personas anualmente (Casini y Santajuliana 2008). En América Latina, entre 30 y 40 % de la producción de maíz se pierde durante su almacenamiento (Lagunes 1994). De las plagas asociadas a los granos almacenados, *Sitophilus zeamais* Motschulsky se considera la que más daño puede provocar (Arienilmar *et al.* 2005).

Hay diferentes métodos de control de las plagas de los granos almacenados, pero la mayoría resultan poco accesibles para ser usados por los medianos y pequeños productores (Pérez *et al.* 2007). En los últimos años, se retomó el uso de plantas con actividad frente a insectos plaga como una opción más dentro del sistema de manejo integrado de plagas (Pérez y Vázquez 2001). Los metabolitos secundarios en estas plantas tienen la función, entre otras, de defenderla del ataque de depredadores, por lo que son denominadas sustancias ecológicamente eficaces, mientras que los compuestos primarios son conocidos como sustancias fisiológicamente eficaces.

Muchas especies vegetales de diferentes familias se han evaluado en distintas formulaciones (extractos, aceites y polvos) con el fin de poder ser utilizadas como plaguicidas botánicos. La planta evaluada (49-1-XIV), se pudiera usar en forma de polvo para el control del gorgojo del maíz (*S. zeamais*). El producto natural obtenido a partir de esta especie sería menos agresivo para los enemigos naturales, el medio ambiente y, a su vez, efectivamente aplicable. Es por esto que el objetivo de trabajo fue evaluar las propiedades anti-insecto de

los polvos de los diferentes órganos estructurales de la planta (49-1-XIV), de modo que pudieran constituir alternativas naturales para el control del gorgojo del maíz (*S. zeamais*).

### Materiales y Métodos

Los experimentos se realizaron en el laboratorio de Productos Naturales del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) y el laboratorio de Plaguicidas Botánicos del Departamento de Pastos y Forrajes del Instituto de Ciencia Animal (ICA).

El material vegetal recolectado se secó en estufa a una temperatura de 45 °C hasta peso constante. Después, se pulverizó en un molino eléctrico. Posteriormente, se tamizó a 250 µm 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.

Como sustrato para los insectos, se utilizó maíz (*Zea mays* vc. Manitou), debido a que el tamaño del grano facilitó 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.

El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron 6 tratamientos correspondientes a los polvos de los diferentes órganos estructurales de la planta (49-1-XIV) por separado: semillas, vainas, hojas, tallos y raíces a una concentración de 1 % y un control negativo sin polvo.

Se utilizaron ejemplares adultos de *S. zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), de no más de 10 días de

edad, los que se obtuvieron a partir de la reproducción controlada en cámara de cría ( $25 \pm 2$  °C de temperatura,  $70 \pm 5$  % de humedad relativa y fotoperíodos de 12 horas). Estos insectos fueron sexados, según el criterio propuesto por Halstead (1963). La metodología de evaluación fue la propuesta por Lagunes y Rodríguez (1989). En frascos de vidrio, se mezcló 100 g de maíz y 1 g de polvo vegetal, según el tratamiento. Una vez realizada la mezcla, se procedió a infestar cada frasco con 20 parejas de insectos (figura 1).

porcentaje de pérdida de peso del grano, con relación al control negativo. El porcentaje de emergencia relativa se calculó siguiendo la indicación de Aguilera (2001), quien considera como 100 % el número de insectos adultos emergidos en el testigo:

$$\text{Porcentaje de pérdida de peso} = \frac{(\text{Número de granos dañados} \times 100)}{\text{Número de granos}} \times C$$

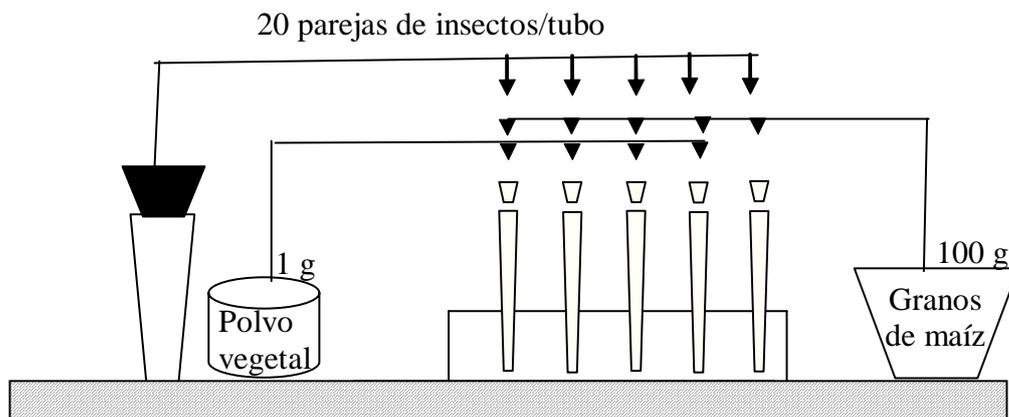


Figura 1. Metodología empleada para evaluar mortalidad y emergencia de adultos y pérdida de peso del grano

Para determinar el efecto de los polvos de cada tratamiento se midieron las siguientes variables: mortalidad y emergencia de adultos de insecto y pérdida de peso del grano. La mortalidad 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):

$$\text{Mortalidad corregida} = \frac{(\text{Mortalidad tratamiento} - \text{Mortalidad testigo}) \times 100}{100 - \text{Mortalidad testigo}}$$

Luego de evaluar la mortalidad, los frascos se devolvieron a la cámara de cría sin los insectos, pero se incorporó nuevamente 1g de los polvos vegetales.

A los 55 días de la infestación, se evaluó el porcentaje de reducción de emergencia de la nueva generación y el

$$\text{Porcentaje de emergencia} = \frac{\text{Porcentaje de Emergencia en el tratamiento}}{\text{Porcentaje de Emergencia en el testigo absoluto}}$$

C = 0.125 (constante)

Para la evaluación de la repelencia, se utilizaron cinco cajas plásticas circulares, de 15 cm de diámetro y 1.5 cm de altura; la caja central se conectó con las demás cajas mediante tubos plásticos de 10 cm de longitud dispuestos diagonalmente (figura 2). Las placas con polvo y los testigos, sin polvo vegetal, se distribuyeron en dos cajas simétricamente opuestas con cuatro repeticiones.

En el recipiente central se liberaron 50 adultos de *S. zeamais* sin sexar y, luego de 24 horas, se contabilizó el número de insectos en cada recipiente según la metodología propuesta por Mazzonetto (2002). Se utilizó la ecuación del índice de repelencia:

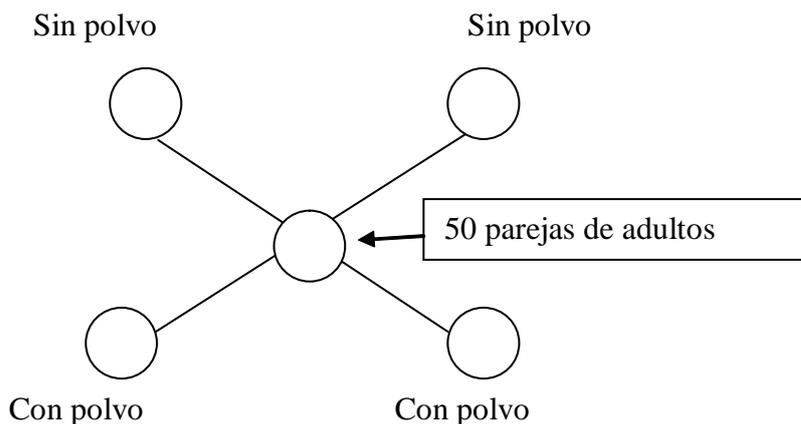


Figura 2. Metodología utilizada para evaluar el efecto de repelencia de los polvos de la planta (49-1-XIV)

Índice de repelencia =  $2G/(G + P)$

G = porcentaje de insectos en el tratamiento

P = porcentaje de insectos en el testigo

(IR=1) Neutro

(IR>1) Atrayente

(IR<1) Repelente

A todos los tratamientos, se les realizó la prueba de germinación del grano tratado para verificar si los polvos influían en el poder germinativo. Para ello, se escogieron al azar 20 semillas de cada repetición por tratamiento y se colocaron en cajas Petri con papel de filtro humedecido con agua destilada. A los siete días, se contaron las semillas germinadas y se consideró como 100 % el número de granos germinados en el testigo.

Los datos que se obtuvieron se sometieron al análisis de varianza, de acuerdo con el diseño experimental, mediante el software Statistical Analysis System (SAS) versión 8.0 y se realizó la comparación de las medias de los tratamientos mediante la prueba de Duncan (1955).

### Resultados y Discusión

De los 5 polvos estudiados, pertenecientes a las diferentes partes de la planta (tabla 1), tres sobrepasaron el umbral fijado, según lo propuesto por Silva *et al.* (2001), quienes señalaron como prometedores sólo aquellos tratamientos con mortalidad superior al 40 %.

nervio motor, y causan relajación y parálisis flácida del músculo esquelético en el cuerpo de algunos insectos, lo que indica que estos compuestos se pudieran relacionar con la acción insecticida observada.

En esta familia de plantas, se informa también la presencia de aminoácidos no proteicos (Udedibie 2001) que tienen doble función: defensa y almacenaje de nitrógeno. Probablemente, la mortalidad producida por el polvo de semillas de 49-1-XIV se debe a la presencia de estos compuestos. El efecto tóxico de éstos se produce por su analogía estructural con los aminoácidos esenciales, al ser incorporados por error en la formación de proteínas enzimáticas o neurotransmisores (Ramos *et al.* 1998).

La menor mortalidad ( $P < 0.05$ ) se mostró en las vainas molidas (22.08 %), seguidas por las raíces, con valores de 26.50 %. Esto se debió a que, según Silva (2003), la efectividad biológica de los insecticidas de origen vegetal, con frecuencia, son muy variables y dependen, en gran medida, de la estructura del vegetal evaluado, del estado fenológico y de las condiciones ambientales imperantes donde se desarrolló el cultivo, lo que pudo influir negativamente en los resultados.

En la disminución de la emergencia de adultos, los tratamientos se consideran promisorios si reducen, al menos, 50 % de la progenie de los insectos (Silva *et al.*

Tabla 1. Mortalidad y emergencia de adultos de *Sitophilus zeamais* y pérdida de peso de los granos tratados con los polvos de la planta (49-1-XIV)

Tratamientos	Mortalidad, %	Emergencia, %	Pérdida de peso, %
49-1-XIV (semilla)	64.93 <sup>a</sup>	40.48 <sup>cd</sup>	9.89 <sup>d</sup>
49-1-XIV (vaina)	22.08 <sup>c</sup>	81.89 <sup>a</sup>	11.11 <sup>a</sup>
49-1-XIV (hoja)	46.81 <sup>b</sup>	43.75 <sup>a</sup>	11.36 <sup>a</sup>
49-1-XIV (tallo)	69.93 <sup>a</sup>	30.56 <sup>d</sup>	9.63 <sup>d</sup>
49-1-XIV (raíz)	26.50 <sup>a</sup>	58.34 <sup>a</sup>	11.58 <sup>a</sup>
Testigo	0.00	100.0	11.63 <sup>a</sup>
EE/ significación	4.19*	3.99*	0.10*

<sup>abcd</sup> Valores con letras iguales no difieren a  $P < 0.05$  (Duncan 1955)

\* $P < 0.05$

De los tratamientos evaluados, los mejores resultados ( $P < 0.05$ ) se obtuvieron para los polvos correspondientes al tallo y la semilla, sin diferencias entre ellos, seguidos de los de las hojas ( $P < 0.05$ ), con valores de mortalidad para los adultos de *S. zeamais* de 69.93, 64.93 y 46.81 %, respectivamente.

El efecto insecticida de harina cruda de las semillas de 49-1-XIV frente a *Sitophilus oryzae* se informó por Zamora (2005), pero, en la literatura consultada, no se encontró información referida al efecto del polvo de estas semillas frente a la especie estudiada.

En la familia Fabaceae, hay 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

2003). Los resultados mostraron, que los mismos tratamientos que presentaron la mayor mortalidad, tuvieron la menor emergencia. Se destacaron los tallos con 30.56 %, seguidos por la semillas (40.48 %) y las hojas (43.75 %). Esto coincidió con los trabajos realizados (Silva *et al.* 2004), que al evaluar polvos vegetales en el *Sitophilus zeamais*, también encontraron disminución en la emergencia del adulto.

En las Fabaceas, se encontró que hay especies que inhiben el crecimiento de insectos, tales como: *Spodoptera litura* y *Dysdercus cingulatus* (Grainge y Ahmed 1988). La disminución de la emergencia en este trabajo se debió, probablemente, a que fueron eliminadas las hembras, antes que depositaran su carga normal de huevos, por efecto directo en la mortalidad de las hembras. También, es posible que los metabolitos

secundarios en estas estructuras provocaran la acción rápida en el adulto, lo que impidió, de esta manera, que ocurriera la copulación y por tanto, se disminuyó la oviposición.

Otro aspecto que pudo influir en la reproducción fue la posible esterilidad de las hembras o la muerte de los insectos en los estadios inmaduros, lo que imposibilitó, de esta forma, la emergencia del insecto.

Las menores pérdidas de peso (tabla 1) se obtuvieron con los polvos de los tallos y la semillas, con valores de 9.63 y 9.89 %, respectivamente. La reducción en la pérdida del peso pudo ser consecuencia del efecto insecticida en el adulto o del efecto regulador del crecimiento; también pudo deberse al efecto antialimentario de los metabolitos presentes en los polvos vegetales estudiados (Vendramim y Castiglioni 2000). Silva *et al.* (2005) obtuvieron resultados similares, ya que, al evaluar 23 plantas con propiedades insecticidas, encontraron menor porcentaje de pérdida de peso en 22 especies.

En el ensayo de repelencia se evaluaron sólo los tratamientos que mostraron mejores resultados en las pruebas de mortalidad y emergencia. Este efecto repelente (tabla 2) pudo estar determinado por la presencia de metabolitos secundarios, sustancias volátiles que pueden estar presentes en las partes estudiadas. Cuando estas sustancias son detectadas por los insectos, ejercen efecto en la conducta de los mismos y provocan la migración hacia otros lugares (Pérez *et al.* 2007). El contenido de estas sustancias en la planta puede tener variaciones según la época y las estructuras vegetales utilizadas.

Tabla 2. Porcentaje de adultos de *Sitophilus zeamais* atraídos e índice de repelencia de los polvos de 49-1-XIV

Tratamientos	Insectos atraídos, %	Índice de repelencia
49-1-XIV (Semilla)	46.5	0.93 (repelente)
Testigo	53.5	
49-1-XIV (Hoja)	42.0	0.84 (repelente)
Testigo	58.0	
49-1-XIV (Tallo)	33.5	0.67 (repelente)
Testigo	66.5	

No se encontró en la literatura información disponible acerca del efecto repelente de la 49-1-XIV en *S. zeamais*, pero se conoce que los agricultores, para evitar el ataque de plagas en cultivo de leguminosas, siembran alrededor de la parcela plantas de 49-1-XIV. Según Füssel (1993), el uso de esta planta como barrera permite reducir de una forma fácil y muy eficaz el daño de insectos plaga en los cultivos.

En relación con el efecto de los polvos en la germinación de las semillas, no se encontraron diferencias

significativas entre los tratamientos en el número de semillas germinadas en hojas, semillas, vainas, tallos, raíz y control, respectivamente (tabla 3). Los compuestos en los polvos de los diferentes órganos de la especie estudiada presentan compuestos que tienen actividad biológica en el coleóptero, pero no ejercen ningún efecto en la germinación de los granos estudiados, lo que coincide con estudios de Tavares (2002), Silva *et al.* (2003) y Zamora (2005), con especies de la misma familia.

Tabla 3. Efecto de los polvos de (49-1-XIV) en la germinación de las semillas de *Zea mays* vc. Manitou

Tratamientos	Germinación, %
49-1-XIV (hoja)	81.25 <sup>a</sup>
49-1-XIV (semilla)	83.75 <sup>a</sup>
49-1-XIV (vaina)	80.0 <sup>a</sup>
49-1-XIV (tallos)	80.0 <sup>a</sup>
49-1-XIV (raíz)	83.75 <sup>a</sup>
Control	72.5 <sup>a</sup>
EE/ significación	3.96*

<sup>abc</sup> Valores con letras iguales no difieren  
P < 0.05 (Duncan 1955) \*P < 0.05

Se puede concluir que los polvos de las semillas, los tallos y las hojas de la planta (49-1-XIV) ejercen efecto anti-insecto frente a *Sitophilus zeamais*, por incrementar la mortalidad, disminuir la emergencia de adultos y lograr una menor pérdida de peso del grano. Estas estructuras también se pueden usar para modificar la conducta del insecto por el efecto repelente observado. Además, se determinó que estos polvos no influyen en la germinación del maíz (Manitou), cuando se usan a una concentración de 1 %.

## Referencias

- Abbott, W.A. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265
- Aguilera, M. 2001. Estudios de efectividad biológica con plagas de granos almacenados. En: Bautista N. y O. Díaz (Eds.) Bases para Realizar Estudios de Efectividad Biológica de Plaguicidas. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, México. p. 43
- Arienilmar, A.L., Da Silva, L.R., Faroni, D.A., Guedes, N.C., Martins, J.H. & Pimentel, A.G. 2005. Modelos analíticos do crescimento populacional de *Sitophilus zeamais* em trigo armazenado. *Engenharia Agrícola e Ambiental* 10:55
- Casini, C. & Santajuliana, M. 2008. Control de plagas en granos almacenados. Disponible: <<http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/postcosecha/ControlPlagasGranosAlmacenados.asp>> [Consultado: 01/02/08]
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1
- Füssel, J. 1993. Controle los Zompopos con el delicioso frijol Canavalia. Disponible: <<http://www.eco~tierra.com>> [Consultado: 3/11/2001]

- Grain, M. & Ahmeds, S. 1988. Handbook of plants with pest control properties. Ed. John Wiley & Son, New York. p. 226
- Halstead, W.A. 1963. External sex differences in stored products-Coleoptera. Bull. Entomol. Res. 54:119
- 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. p. 32
- Lagunes, T.A. & Rodríguez, C. 1989. Búsqueda de tecnología apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas. CONACYT/Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. p. 147
- 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.
- 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. 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
- Pérez, N. & Vázquez, L.L. 2001. Manejo ecológico de Plagas. En: F. Funes; L. García; M. Bourke; Nilda Pérez; P. Rosset (eds), Transformando el campo cubano: Avances de Agricultura sostenible. ACTAF-CEAS-Food First. La Habana, Cuba. p. 191
- Ramos, G., Frutos, P., Giráldez F.J. & Mantecón. A.R. 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. Arch. Zootec. 47:597
- Silva, G. 2003. Insecticidas vegetales. En: Radcliffe's IPM World Textbook. University of Minnesota. National IPM Network. CACP. USA. Disponible: <<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/GsilvaSp.htm>> [Consultado: 21/7/08]
- 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. Cienc. Invest. Agr. 30:153
- Silva, G., Lagunes, T., Rodríguez, C. & Rodríguez, D. 2001. Escala para determinar el daño por insectos al grano de maíz almacenado. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 68:46
- Silva, G., Orrego, R. & Tapia, M. 2005. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maíz almacenado. Pesq. Agropec. Bras. 40:11
- Silva, G., Pizarro, D., Casals, P. & Berti, M. 2003. Evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado. Agrociencia 9:383
- Tavarez, 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
- Udedibie, A. 2001. Semillas de canavalia 49-1-XIV en dietas avícolas. Cienc. Avíc. 25:89
- Vendramim, J.D. & Castiglioni, E. 2000. Aleloquímicos, resistentes y plantas insecticidas En: Guedes, J.C., Drester da Costa, I., Castiglioni, E. Base y técnicas de manejo de insectos. Santa Maria: UFSN/CCR/DFS: Palloti. Brasil, cap.8, p. 113
- Zamora, N. 2005. Efecto de la extrusión sobre la actividad de factores antinutricionales y digestibilidad *in vitro* de proteínas y almidón en harinas de *C. ensiformis*. Arch. Latinoam. Nutr. 53:293

**Recibido: 12 de diciembre de 2008**