

TOXICIDAD DE NUEVE PLANTAS Y DE LA CIPERMETRINA EN GORGOJOS DE PRODUCTOS ALMACENADOS Y EN LA PULGA DEL AGUA *DAPHNIA MAGNA* EN EL PERÚ

*Iannacone José¹,
Lorena Alvariano,
Hildebrando Ayala
Neil Salazar*

RESUMEN

Se realizaron bioensayos para evaluar el efecto tóxico de diferentes sustancias químicas sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855, *S. oryzae* Schoenherr, 1838 (Coleoptera: Curculionidae), *Stegobium paniceum* (Linneus, 1761) (Coleoptera: Anobiidae) y *Daphnia magna* Straus, 1820 (Cladocera: Daphnidae). Los ensayos biológicos incluyeron evaluaciones del: 1) efecto insecticida de tres plantas: zapallo (*Cucurbita maxima* Duch. Ex Lam, Cucurbitaceae), eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill, Myrtaceae) y coca (*Erythroxylon coca* [Lamarck], Erythroxylaceae) sobre adultos de *S. zeamais* y de *S. paniceum*, en bioensayos de mortandad bajo condiciones de laboratorio hasta 120 h de exposición. Se evaluaron estas tres plantas bajo las cinco formulaciones siguientes: polvo seco (1,6 g·10 g de maíz), extractos acuosos en frío (20 % p/v), infusión (20 % p/v), cocción (20% p/v) y extracto etanólico (0,2 g·1mL de etanol en 10 mL de agua). A las concentraciones seleccionadas ninguna de las tres plantas presentó efecto sobre *S. zeamais* y *S. paniceum*. 2) efecto insecticida, repelente y atrayente de seis plantas: hoja y flor de floripondio (*Brugmansia candida* Pers., Solanaceae), hoja y flor de ruda (*Ruta graveolens* L., Rutaceae), semilla de higuera (*Ricinus communis* L., Euphorbiaceae), bulbo de ajo (*Allium sativum* L., Liliaceae), hoja de muña (*Minthostachys setosa* (Briquet) Epling, Lamiaceae) y hojas de eucalipto sobre adultos de *S. zeamais*, bajo condiciones de laboratorio entre 1 h a 120 h de exposición para mortandad y 1 h de exposición para repelencia-atracción. Ninguno de los extractos acuosos en infusión mostró efectos estadísticamente significativos de mortandad en comparación con el control. El extracto de eucalipto y de hoja de floripondio produjeron repelencia sobre de los gorgojos. El resto de extractos mostraron efectos atrayentes. 3) efecto tóxico de la cipermetrina al 1,3% sobre *S. zeamais* y *S. oryzae*, mostrando a 24 h valores cercanos al 40% de mortalidad en comparación con el control. 4) la actividad biológica de toxicidad aguda a 48 h de exposición empleando eucalipto, coca, zapallo, muña y granado (*Punica granatum* L. Punicaceae) en neonatos de la pulga de agua *D. magna*. Se observó la mayor actividad en la formulación acuosa de muña sobre *D. magna*.

Palabras claves: *Daphnia*, extractos vegetales, insecticidas botánicos, *Sitophilus*, *Stegobium*.

SUMMARY

Bioassays were performed to evaluate toxic effect of different chemical substances on *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855, *S. oryzae* Schoenherr, 1838 (Coleoptera: Curculionidae), *Stegobium paniceum* (Linneus, 1761) (Coleoptera: Anobiidae) and *Daphnia magna* Straus, 1820 (Cladocera: Daphnidae). Biological assays included the next evaluations: 1) insecticide effect of three plants: great pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch. Ex Lam, Cucurbitaceae), eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill, Myrtaceae) and coca (*Erythroxylon coca* [Lamarck], Erythroxylaceae) on adults of *S. zeamais* and *S. paniceum*, on mortality bioassays at laboratory conditions until 120 h of exposure. Three plants were evaluated on the next five formulations: dry dust (1.6 g·10

¹ Laboratorio de Invertebrados. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma. Av. Benavides 5440, Santiago de Surco, Lima, Perú. E-mail: joseiannacone@gmail.com

g of corn), watery extracts on cold (20 % w/v), infusion (20 % w/v), baking (20% w/v) and ethanolic extract (0.2 g·1mL of ethanol in 10 mL of water). At selected concentrations none of three plants presented effect on *S. zeamais* and *S. paniceum*. 2) insecticide, repellence and attraction of six plants: leaves and flower of angel's Trumpet (*Brugmansia candida* Pers., Solanaceae), leaves and flower of rue (*Ruta graveolens* L., Rutaceae), seeds of perennial castor (*Ricinus communis* L., Euphorbiaceae), bulb of Garlic (*Allium sativum* L., Liliaceae), leave of muña (*Minthostachys setosa* (Briquet) Epling, Lamiaceae) and leave of eucalypt on adults of *S. zeamais*, on laboratory conditions between 1 h to 120 h exposure of mortality and 1 h exposure for repellence-attraction. None of watery extracts of infusion showed significantly statistical mortality effects in comparison to control. Eucalyptus and angel's trumpet leaves extract produced repellence on weevils. The rest of extracts showed effects of attraction. 3) Toxic effect of cypermethrine at 1.3% on *S. zeamais* and *S. oryzae*, showed at 24 h values near to 40% of mortality in comparison to control. 4) biological activity of acute toxicity at 48 h of exposure employing eucalyptus, coca, great pumpkin, muña and Pomegranate (*Punica granatum* L. Punicaceae) on neonates of water flea *D. magna*. More activity was observed on watery formulation of muña on *D. magna*.

Key words: *Daphnia*, botanical extracts, botanical insecticide, *Sitophilus*, *Stegobium*.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas de los agricultores en los países del tercer mundo es la destrucción de las cosechas de los granos almacenados en calidad y cantidad por roedores, insectos, hongos y bacterias entre un 20% a 80% (Silva *et al.*, 2003, 2006; Ngamo *et al.*, 2007). Una de las plagas de mayor relevancia en granos almacenados es *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) (Salvadores *et al.*, 2007). Esta especie produce pérdida de peso en el grano, reducción en el valor estético y en el mercado, disminución en la germinación y en el valor nutritivo del maíz (Udo, 2005; Akob & Ewete, 2007). Otras plagas de importancia en granos almacenados son *Stegobium paniceum* (Linnaeus, 1758) (Gunasekaran & Rajendran, 2005; Gamalie, 2007) y *Sitophilus oryzae* (Mazzuferi, 2000; Ngamo *et al.*, 2007; Salem *et al.*, 2007).

Es necesario buscar métodos alternativos armónicos con la realidad de cada país, que sean baratos y altamente disponibles (Silva *et al.*, 2004, 2006; Akob & Ewete, 2007). Muchos insecticidas sintéticos son teratogénicos, mutagénicos, carcinogénicos y afectan la salud de las personas que los emplean (Asawalam, 2006; Iloba & Ekraekene, 2006; Asawalam *et al.*, 2007). Por ende es vital buscar alternativas que sean accesibles y de bajo impacto para el control de granos almacenados (Ngamo *et al.*, 2007). Una alternativa es emplear plantas biocidas que presenten compuestos químicos secundarios y activos contra las plagas (Awoyinka *et al.*, 2006; Rahman *et al.*, 2007), muchas de las cuales no han sido adecuadamente evaluadas y es importante su revalorización como fuente de sustancias con propiedades insecticidas, repelentes, deterrentes de la oviposición y alimentación, y reguladores de

crecimiento (Silva *et al.*, 2005; Asawalam, 2006). Las plantas biocidas son una alternativa armónica con el desarrollo sostenible (Salvadores *et al.*, 2007). *Daphnia magna* Strauss, 1820 (Crustácea: Daphniidae) es una especie de cladótero partenogénica usada ampliamente en ensayos de ecotoxicidad (Tonkopii & Iofina, 2007), para evaluar sustancias químicas puras, aguas residuales domésticas e industriales, aguas superficiales o subterráneas, agua potable, y lixiviados entre otros (Iannacone & Alvariano, 2007a; Iannacone *et al.*, 2007). Su uso es debido a varias razones: 1) amplia distribución geográfica, 2) importante papel en la comunidad zooplanctónica, 3) facilidad de cultivo, 4) corto ciclo de vida con la producción de un alto número de crías (Castillo, 2004).

El objetivo de este trabajo fue evaluar bajo condiciones de laboratorio, 1) el efecto toxicológico de tres plantas: zapallo (*Cucurbita maxima* Duch. Ex Lam, Cucurbitaceae), eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill, Myrtaceae) y coca (*Erythroxylon coca* [Lamarck], Erythroxylaceae) sobre adultos de *S. zeamais* y de *S. paniceum*, en bioensayos de mortandad bajo condiciones de laboratorio hasta 120 h de exposición. 2) efecto insecticida, repelente y atrayente de seis plantas: hoja y flor de floripondio (*Brugmansia candida* Pers., Solanaceae), hoja y flor de ruda (*Ruta graveolens* L., Rutaceae), semilla de higuera (*Ricinus communis* L., Euphorbiaceae), bulbo de ajo (*Allium sativum* L., Liliaceae), hoja de muña (*Minthostachys setosa* (Briquet) Epling, Lamiaceae) y hojas de eucalipto sobre adultos de *S. zeamais*, 3) efecto tóxico de la cipermetrina al 1,3% sobre *S. zeamais* y *S. oryzae*, mostrando a 24 h valores cercanos al 40% de mortalidad en comparación con el control, y 4) la actividad biológica de toxicidad aguda a 48 h de exposición empleando

eucalipto, coca, zapallo, muña y granado (*Punica granatum* L. Punicaceae) en neonatos de la pulga de agua *D. magna*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los bioensayos se realizaron en el Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Ricardo Palma entre agosto del 2004 a febrero del 2008.

Gorgojos de granos almacenados. Las crías de *S. zeamais*, *S. oryzae* y de *S. paniceum* fueron iniciadas a partir de adultos procedentes del Mercado Jorge Chávez, La Victoria, Lima, Perú, y alimentadas con maíz variedad amarillo duro para pollo y variedad cancha. Posteriormente los individuos fueron trasladados al laboratorio, separados por especie y colocados en envases plásticos de 1 L de capacidad, y mantenidos a una temperatura aproximada de $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, para favorecer la reproducción, oviposición y obtención de los adultos requeridos para realizar los bioensayos toxicológicos (Iannacone *et al.*, 2005).

Pulga del agua. Hembras adultas de esta especie se obtuvieron del acuario «Cleo» procedente del distrito de Lince, Lima, Perú, y se llevaron al laboratorio en recipientes plásticos de 2 L de capacidad. Hembras partenogenéticas se colocaron en el medio nutritivo ADaM. La preparación del medio se realizó de la siguiente forma: 9,9 g de sales obtenidas por evaporación del agua de mar se adicionaron a 60 L de agua de grifo de clorinada, reposada y hiperoxigenada durante 24 h. Luego se agregó 138 mL de una solución de cloruro de calcio ($117,6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$), 132 mL de una solución de bicarbonato de sodio ($25,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) y 6 mL de una solución de Oxido de Selenio ($0,07 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) (Klüttgen *et al.*, 1994).

Plantas. Las plantas utilizadas en los ensayos toxicológicos provinieron de distintos mercados y Parques de Lima, Perú (Tabla 1). 250 g de bulbo, hojas, flor o semilla de cada especie según lo indicado en la Tabla 1 para cada uno de los diferentes ensayos, fueron secadas en estufa a 37°C , por 70 h aproximadamente, hasta obtener un peso constante por la pérdida de agua. Posteriormente las hojas fueron trituradas en un mortero (Haldenwanger®) y el residuo obtenido fue pasado secuencialmente por 2 tamices de 500μ y 250μ . Las muestras fueron envasadas en frascos de vidrio color ámbar para evitar la fotólisis, rotuladas, y guardadas a temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ hasta el día a ser utilizadas en los bioensayos (Iannacone & Lamas, 2003).

BIOENSAYOS

1) Efecto insecticida de tres plantas (*Cucurbita maxima*, *Eucalyptus globulus* y *Erythroxylon coca*) sobre adultos de *S. zeamais* y de *S. paniceum*.

En seco: Se colocaron 10 individuos de cada especie de gorgojo en envases cuadrangulares de plástico con cuatro réplicas. La distribución del polvo seco de las plantas se realizó de la siguiente manera: 0,1 g, 0,2 g, 0,4 g, 0,8 g y 1,6 g por cada 10 g de maíz en cada una de las cuatro replicas, y cinco dosis más un control (Iannacone *et al.*, 2004, 2006); los insectos fueron controlados cada 24 h durante 5 días (= 120 h), según la técnica sugerida por Mazzonetto & Vendramim (2003).

En acuoso: El extracto botánico acuoso crudo, fue preparado con agua destilada ($\text{pH } 6 \pm 0,5$) a cinco concentraciones, y filtrados a través de un papel fino (Whatman® N° 5, USA). Solo se usaron extractos acuosos que habían sido recientemente preparados (no más de 48 h), debido a que microorganismos fúngicos pudieran afectar la calidad de los mismos (Iannacone & Lamas, 2003). Se colocaron 10 g de maíz previamente remojados por 5 seg por cada concentración y cada tratamiento, y se agregaron 10 individuos de cada especie de gorgojo en cada envase con las concentraciones de 1,25 %, 2,5 %, 5 %, 10 % y 20 %, respectivamente, con cuatro replicas más un control, evaluados cada 24 h durante 5 días (= 120 h), para obtener el efecto de mortalidad. Para los extractos de cocción e infusión en agua destilada se prepararon a las mismas concentraciones que los extractos acuosos a temperatura ambiente, siguiendo las recomendaciones de Iannacone *et al.* (2004).

Extracto etanólico: Se tomó 0,2 g de cada una de las tres plantas y se colocó en un 1 mL de etanol y posteriormente en 10 mL de agua destilada. A partir de los cuales se hicieron las otras cuatro diluciones empleando un factor de 0,5. De igual manera se evaluó cada 24 h durante 5 días (120 h).

2) Efecto insecticida, repelente y atrayente de seis plantas (*Brugmansia candida*, *Ruta graveolens*, *Ricinus communis*, *Allium sativum*, *Mintostachys setosa* y eucalipto) sobre *S. zeamais*. Se usó sobre *S. zeamais* el extracto de infusión acuoso para evaluar la actividad insecticida de seis plantas: *B. candida*, *R. graveolens*, *R. communis*, *A. sativum*, *M. setosa* y eucalipto. Se siguió el protocolo y las concentraciones indicadas para extractos acuosos del primer caso.

Para el ensayo de repelencia y atracción se empleó el método estándar (Asawalam, 2006). Los polvos secos de cada una de las seis plantas fueron disueltos en agua destilada para hacer una solución al 20% p/v. Papeles filtros Whatman N°40 de 9 cm de diámetro fueron cortados en dos mitades. Una de las mitades fue sumergida en el extracto acuoso y la otra mitad en agua destilada. Los discos tratados y no tratados fueron secados a la estufa y colocados en placas de petri, previamente fueron unidas las dos mitades empleando una cinta adhesiva. 10 insectos fueron colocados en el centro de la placa de petri y luego de 1 h fueron contados los insectos que se encontraron

en cada una de las mitades de los discos en 1 placa de petri. El porcentaje de repelencia fue calculado usando la siguiente fórmula de Abbotts:

$$\text{Porcentaje de repelencia} = [(A-B)/A] \times 100$$

A = Promedio del número de insectos presentes en la porción no tratada. B = Promedio del número de insectos presentes en la porción tratada.

El porcentaje de repelencia fue categorizado de acuerdo a la siguiente escala:

Clase	Repelencia	Clase	Repelencia
Porcentaje	(%)	Porcentaje	(%)
0	>0,01 a 0,10	III	40,1 a 60
I	0,10 a 20	IV	60,1 a 80
II	20 a 40	V	80,1 a 100

En el caso de dar resultados negativos se consideró como atracción.

3) Efecto tóxico de la cipermetrina al 1,3% sobre *S. zeamais* y *S. oryzae*.

Se usó la cipermetrina en formulación tipo fumígena. La composición química es 1,3% de cipermetrina y 98,7% de inertes (Iannacone & Alvarino, 2007b). Se empleó una pastilla por cada habitación de 9 m², la cual fue colocada sobre el suelo en un trozo de mayólica de 20 cm x 20 cm. Los ensayos con ambas especies de gorgojos *S. zeamais* y *S. oryzae* fueron realizados en simultáneo. El control consistió en el empleo de una habitación de 9 m² sin la aplicación de la cipermetrina. En cada recipiente cuadrangular de 40 mL fueron colocados 10 gorgojos. Se realizaron 25 orificios en cada uno de los cuatro lados laterales y en la tapa de cubierta. 13 recipientes fueron colocados sobre el suelo a 50 cm de separación entre recipientes. Las lecturas se realizaron a las 3h, 6h y 24 h de exposición a la cipermetrina fumígena.

4) Actividad biológica de toxicidad aguda a 48 h de exposición empleando eucalipto, coca, zapallo, muña y granado (*Punica granatum* L. Puniceae) en neonatos de la pulga de agua *D. magna*.

La duración total de la prueba fue de 48 h de exposición para todos los casos. A cada envase circular de 250 mL se procedió a agregar 100 mL de cada una de las concentraciones de las sustancias químicas empleadas, a los que se transfirieron diez neonatos de *D. magna*. Se usó como criterio de mortalidad la carencia de movilidad o la ausencia de ritmo cardiaco a 15 s de observación al microscopio estereoscopio (Castillo, 2004).

Diseño experimental y tratamiento estadístico.

Las pruebas de toxicidad aguda se evaluaron en concentraciones nominales para cada planta a través de un ANDEVA, con el modelo aditivo lineal, empleando un diseño en bloque completamente aleatorizado (DBCR) de 6 concentraciones-dosis x 4 repeticiones. Los datos fueron transformados a arcoseno (porcentaje de mortalidad de adultos/100)^{0,5} antes del análisis, para estabilizar el error de la varianza. En el caso de existir diferencias significativas entre las repeticiones y entre los tratamientos se hicieron pruebas de diferencias verdaderamente significativas (DVS) de Tukey. Solo cuando en los bioensayos se encontraron mortalidades diferentes de cero en el control los análisis estadísticos se realizaron con los valores ajustados según la fórmula de Abbott (Iannacone & Lamas, 2003). Se empleó el paquete estadístico SPSS en español, versión 15,0 para el cálculo de la estadística descriptiva e inferencial.

RESULTADOS

Se encontró que *C. máxima*, *E. globulus* y *E. coca* en polvo seco, en extracto acuoso, extracto en infusión, en cocción, y etanólico no produjeron efectos sobre la mortalidad de *S. zeamais* y *S. paniceum* a 120 h de exposición (Tabla 2).

Ninguna de las seis plantas ensayadas en extracto de infusión produjo efecto en la mortalidad de *S. zeamais* a 120 h de exposición (Tabla 3). Las hojas de *B. candida* y *E. globulus* ocasionaron repelencia

en escala II y III, respectivamente sobre *S. zeamais*. La flor de *B. candida*, la hoja y flor de *R. graveolens*, las semillas de *R. communis*, el bulbo de *A. sativum* y la hoja de *M. setosa* produjeron contrariamente un efecto atrayente (Tabla 3).

A 3 h, 6 h y 24 h se observó igual mortalidad por la cipermetrina en adultos de *S. zeamais* que en *S. oryzae*. Para ambos gorgojos se observaron diferencias en los porcentajes de mortalidad entre los controles y los tres periodos de exposición ensayados (Tabla 4).

Con relación a los extractos de infusión de las cinco plantas evaluadas a las 24 h de exposición se vio un 80% de mortalidad sobre *D. magna* para las hojas de *E. coca* y para las flores de *P. granatum*; así como un 90% de mortalidad para *M. setosa*. A las 48 h, todas las plantas ocasionaron un 100% de mortalidad en *D. magna* (Tabla 5).

DISCUSIÓN

La literatura científica señala diversas plantas promisorias con propiedades biocidas sobre gorgojos de granos almacenados, principalmente en *S. zeamais* (Oliveira *et al.*, 2003; Akon & Ewete, 2007). Las hojas de *E. globulus* ocasionaron repelencia en escala III sobre *S. zeamais*. Se ha encontrado ausencia de efecto en la mortalidad de *S. zeamais* por acción de polvos secos, extractos acuosos, de infusión y cocción de *E. globulus* a 120 h de exposición (Iannacone *et al.*, 2006). Lee *et al.* (2004) evaluó los efectos fumigantes de *Eucalyptus blakelyi* sobre huevos, larvas, pupas y adultos de *S. oryzae*. El efecto tóxico de *E. blakelyi* sobre *S. oryzae* es atribuido al cineol. Sin embargo, los análisis cromatográficos han detectado más de 57 sustancias en *E. blakelyi*. En *Sitophilus granarius* (Linnaeus) ha sido evaluado el efecto en la emergencia de los adultos, daño en las semillas, pérdida de peso e inhibición por acción de *Eucalyptus macrorhyncha* (Rahman *et al.*, 2003). De igual manera, se ha encontrado mortalidad significativa en los adultos de *S. zeamais* bajo tratamientos con *Eucalyptus sargentii*, *Eucalyptus intertexta*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus saligna* (Akob & Ewete, 2007; Negaban & Moharrampour, 2007). De igual forma las hojas de *B. candida* ocasionaron repelencia en escala II sobre *S. zeamais*. PIER (2008) realizó una evaluación de riesgo toxicológica de *B. candida*. Se ha observado mortalidad y repelencia de larvas del gorgojo *Rhynchophorus palmarum* por acción de *B. candida* (Pérez & Iannacone, 2006). Pérez & Iannacone (2008) encontraron bajo efecto en la mortalidad, pero alto efecto en la repelencia sobre

las larvas del lepidóptero *Eupalamides cyparissias* a 24 h de exposición.

Con relación a los extractos de infusión de las cinco plantas evaluadas a las 24 h de exposición sobre *D. magna* se vio un 90% de mortalidad para *M. setosa*. De igual manera, Sutil *et al.* (2006) encontraron toxicidad de los aceites esenciales de *Minthostachys verticillata* sobre *Artemia salina* y en líneas celulares Vero y HEP-2. De igual manera, Ciccía *et al.* (2000) evaluó la toxicidad de *Minthostachys setosa* sobre *Aedes aegypti*. Alkire *et al.* (1994) y Schmidt-Lebuhn (2008) evaluaron el efecto toxicológico y la composición bioquímica del género *Minthostachys*.

LITERATURA CITADA

- AKOB, C. A. & EWETE, F.K. 2007. The efficacy of ashes of four locally used plant materials against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in Cameroon. *International Journal of Tropical Insect Science*. 27: 21-26.
- ALKIRE, B.H.; TUCKER, A.O. & MACIARELLO, M.J. 1994. Tipo, *Minthostachys mollis* (Lamiaceae): an Ecuadorian mint. *Economic Botany*. 48: 60-64.
- ASAWALAM, E.F. 2006. Insecticidal and repellent properties of *Piper guineense* seed oils extract for the control of maize weevil, *Sitophilus zeamais*. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 5: 1389-1394.
- ASAWALAM, E.F.; EMOSAIRUE, S.O.; EKELEME, F. & WOKOCHA, R.C. 2007. Insecticidal effects of powdered parts of eight Nigerian plant species against maize weevil *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 6: 2526-2533.
- AWOYINKA, O.A.; OYEWOLE, I.O.; AMOS, B.M.W. & ONASOGA, O.F. 2006. Comparative pesticidal activity of dichloromethane extracts of *Piper nigrum* against *Sitophilus zeamais* and *Callosobruchus maculatus*. *African Journal of Biotechnology*. 5: 2446-2449.
- CASTILLO, G. 2004. Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. IMTA. México.
- CICCIA, G.; COUSSIO, J. & E. MONGELLI. 2000. Insecticidal activity against *Aedes aegypti* larvae of some medicinal South American plants. *Journal of Ethnopharmacology*. 72: 185-189.
- GAMALIE, G. 2007. Monitoring of *Stegobium paniceum* Linné 1758 (Coleoptera: Anobiidae)

- on book deposits by means of traps. *Analele "tiinþifice ale Universitãþii «Al. I. Cuza» Iai*. 53: 89-96.
- IANNACONE, J. & LAMAS, G. 2003. Efectos toxicológicos de extractos de molle (*Schinus molle*) y lantana (*Lantana camara*) sobre *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae), *Trichogramma pintoi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae), en el Perú. *Agricultura Técnica* (Chile). 63: 347-360.
- IANNACONE, J.; AYALA, H.; ALVAREZ, J.; LEYVA, O. & BAJALQUE, E. 2004. Cuatro plantas biocidas sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) y *Stegobium paniceum* (Linnaeus, 1761) (Coleoptera: Anobiidae), en el Perú. *Wiay Yachay* (Perú). 8: 16-27.
- IANNACONE, J.; AYALA, H. & ROMÁN, A. 2005. Efectos toxicológicos de cuatro plantas sobre el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1855 (Coleoptera: Curculionidae) y sobre el gorgojo de las galletas *Stegobium paniceum* (Linnaeus 1761) (Coleoptera: Anobiidae) en Peru. *Gayana*. 69: 234-240.
- IANNACONE, J.; AYALA, H.; ROMÁN, A.; CARRILLO, R.; SOTO, J.C.; SALCEDO, C.; ESCALANTE, C.; VALLEJOS, M. & PÉREZ, D. 2006. Efecto insecticida de cinco plantas sobre el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) en Perú. *Scientia* (Lima). 8: 197-206.
- IANNACONE, J. & ALVARIÑO, L. 2007a. Ecotoxicidad acuática de dos colorantes y de tres antiparasitarios de importancia en acuicultura en *Daphnia magna*. *Ecología Aplicada*. 6: 101-110.
- IANNACONE, J. & ALVARIÑO, L. 2007b. Integración del control químico y etológico para la supresión poblacional de *Blatella germanica* (Linnaeus) (Dictyoptera: Blatellidae) en Lima, Perú. *Parasitología Latinoamericana*. 62: 7-15.
- IANNACONE, J.; ALVARIÑO, L.; SOTO, J.C. & SALCEDO, C. 2007. Efecto toxicológico del «Sachayoco», *Paullinia clavifera* (Sapindaceae) sobre *Daphnia magna* y sobre dos controladores biológicos de plagas agrícolas. *Journal of Brazilian Society of Ecotoxicology*. 2: 15-25.
- ILOBA, B.N. & EKRAKENE, T. 2006. Comparative assessment of insecticidal effect of *Azadirachtina indica*, *Hyptis suaveolens* and *Ocimum gratissimum* on *Sitophilus zeamais* and *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Biological Sciences*. 6: 626-630.
- KLTTGEN, B.; DLMER, U.; ENGELS, M. & RATTE, H.T. 1994. ADaM, an artificial freshwater for culture of zooplankton. *Water Research*. 28: 743-746.
- LEE, B.H.; ANNIS, P.C.; TUMAALII, F.A. & LEE, S.E. 2004. Fumigant toxicity of *Eucalyptus blakelyi* and *Melaleuca fulgens* essential oils and 1,8-cineole against different development stages of the rice weevils *Sitophilus oryzae*. *Phytoparasitica*. 32: 498-506.
- MAZZONETTO, F. & VENDRAMIM, J.D. 2003. Efeito de ps de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijo armazenado. *Neotropical Entomology*. 32: 145-149.
- MAZZUFERI, V.; CARRERAS, J. & CASANOVES, F. 2000. Uso de fosfamina para el control de *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) en semillas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) y efectos sobre su viabilidad. *Agriscientia*. 17: 65-68.
- NEGAHBAN, M. & MOHARRAMIPOUR, S. 2007. Fumigant toxicity of *Eucalyptus intertexta*, *Eucalyptus sargentii* and *Eucalyptus camaldulensis* against stored-product beetles. *Journal of Applied entomology*. 131: 256-261.
- NGAMO, T.S.L.; NGATANKO, I.; NGASSOUM, M.B.; MAPONGMESTSEM, P.M. & HANCE, T. 2007. Persistence of insecticidal activities of crude essential oils of three aromatic plants toward four major stored product insect pests. *African Journal of Agriculture Research*. 2: 173-177.
- OLIVEIRA, S.; VENDRAMIM, J.D.; RIBEIRO, J.I. & DOS SANTOS, J.B. 2003. Bioatividade de diversos ps de origem vegetal em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). *Ción Agr*. 27: 1231-1236.
- 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. *Agricultura. Técnica* (Chile). 66: 21-31.
- PÉREZ, D. & IANNACONE, J. 2008. Mortalidad y repelencia en *Eupalamides cyparissias* (Lepidoptera: Castniidae), plaga de la palma aceitera *Elaeis guineensis*, por efecto de diez extractos botánicos. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 67: 41-48
- PIER (Pacific Island Ecosystems at Risk). 2008. *Brugmansia x candida*. Risk Assessment Results. En: http://www.hear.org/pier/wra/pacific/brugmansia_candida_htmlwra.htm ledo el 10 de octubre del 2008.

- RAHMAN, M.A.; TALEB, M.A. & BISWAS, M.M. 2003. Evaluation of botanical products as grain protectant against grain weevil, *Sitophilus granarius* (L.) on wheat. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2: 501-504.
- RAHMAN, S.S.; RAHMAN, M.M.; BEGUM, S.A.; KHAN, M.M.R. & BHUIYAN, M. H. 2007. Investigation of *Sapindus mukorossi* extracts for repellency, insecticidal activity and plant growth regulatory effect. *Journal of Applied Sciences Research*. 3: 95-101.
- SALVADORES, U.Y.; SILVA, A.G.; TAPIA, V.M. & HEPP, G.R. 2007. Polvos de especies aromáticas para el control del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky, en trigo almacenado. *Agricultura Técnica* (Chile). 67: 147-154.
- SALEM, S.A.; ABOU-ELA, R.G.; MATTER, M.M. & EL-KHOLY, M.Y. 2007. Entomocidal effect of *Brassica napus* extracts on two store pests, *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhizopertha dominica* (Fab.) (Coleoptera). *Journal of Applied Sciences Research*. 3: 317-322.
- SCHMIDT-LEBUHN, A.N. 2008. Ethnobotany, biochemistry and pharmacology of *Minthostachys* (Lamiaceae). *Journal of Ethnopharmacology*. 118: 343-353.
- SILVA, G.; LAGUNES, A. & RODRIGUEZ, J. 2003a. Control de *Sitophilus zeamais* con polvos vegetales solos y en mezclas con carbonato de calcio en maíz almacenado. *Ciencia e investigación agraria*. 30: 153-160.
- SILVA, G.; PIZARRO, D.; CASALS, P. & BERTI, M. 2003b. Evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maíz almacenado. *Revista Brasileira de Agrociência*. 9: 383-388.
- SILVA, G.; GONZALES, G.P.; HEPP, G. R. & CASALS, B.P. 2004. Control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky con polvos inertes. *Agrociencia*. 38: 529-536.
- SILVA, G.; ORREGO, O.; HEPP, R. & TAPIA, M. 2005. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* em maíz almacenado. *Pesquisa agropecuária brasileira*. 40: 11-17.
- SILVA, G.; HEPP, G.R.; TAPIA, V.M.; CASALS, B.P.; BUSTOS, F. G. & OSSES, R.F. 2006. Evaluación de boldo (*Peumus boldus* Molina) y cal para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Agrociencia*. 40: 219-228.
- SUTIL, S.B.; ASTESANO, A.; VOGT, V.; TORRES, C.V.; ZANON, S.M. & SABINI, L.I. 2006. *Minthostachys verticillana*: toxicity of its essential oils and major constituents to *Artemia salina* and cell lines. *IECEFYN*. 10: 41-42.
- TONKOPII, V. & IOFINA, I. 2008. The usage of *Daphnia magna* as alternative bioobject in ecotoxicology. *Alternatives to Animal Testing and Experimentation*. 14: 565-567.
- UDO, I.O. 2005. Evaluation of the potential of some local spices as stored grain protectants against the maize weevil *Sitophilus zeamais* Mots (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 9: 165-169.

Tabla 1. Especies de plantas evaluadas para el control de gorgojos de granos almacenados y *Daphnia magna*.

Nombre científico	Nombre vernacular	Familia	Parte empleada	Caso empleada
<i>Allium sativum</i>	ajo	Liliaceae	bulbo	2
<i>Brugmansia candida</i>	floripondio	Solanaceae	Hoja y flor	2
<i>Cucurbita maxima</i>	zapallo	Cucurbitaceae	semilla	1 y 4
<i>Erythroxylon coca</i>	coca	Erythroxylaceae	hoja	1 y 4
<i>Eucalyptus globulus</i>	eucalipto	Myrtaceae	hoja	1, 2 y 4
<i>Minthostachys setosa</i>	muña	Lamiaceae	hoja	2 y 4
<i>Punica granatum</i>	granada	Punicaceae	flor	3
<i>Ricinus communis</i>	higuerilla	Euphorbiaceae	semillas	2
<i>Ruta graveolens</i>	ruda	Rutaceae	Hoja y flor	2

Caso 1 = efecto toxicológico de tres plantas: zapallo (*Cucurbita maxima*, Cucurbitaceae), eucalipto (*Eucalyptus globulus*, Myrtaceae) y coca (*Erythroxylon coca*, Erythroxylaceae) sobre adultos de *S. zeamais* y de *S. paniceum*, en bioensayos de mortandad bajo condiciones de laboratorio hasta 120 h de exposición.

Caso 2 = efecto insecticida, repelente y atrayente de seis plantas: hoja y flor de floripondio (*Brugmansia candida*, Solanaceae), hoja y flor de ruda (*Ruta graveolens*, Rutaceae), semilla de higuerilla (*Ricinus communis*, Euphorbiaceae), bulbo de ajo (*Allium sativum*, Liliaceae), hoja de muña (*Minthostachys setosa*, Lamiaceae) y hojas de eucalipto sobre adultos de *S. zeamais*,

Caso 4 = actividad biológica de toxicidad aguda a 48 h de exposición empleando eucalipto, coca, zapallo, muña y granado (*Punica granatum*, Punicaceae) en neonatos de la pulga de agua *D. magna*.

Tabla 2. Porcentaje de mortalidad de las tres plantas evaluadas sobre el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* y del gorgojo de la galleta *Stegobium paniceum* a 120 h de exposición.

Tratamientos	<i>Sitophilus zeamais</i> (% mortalidad)					<i>Stegobium paniceum</i> (% mortalidad)				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
<i>Cucurbita máxima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eucalyptus globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erythroxilon coca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A = Polvo seco (1,6 g. 10 g de maíz). B = Extracto acuoso en frío (20%). C = Extracto infusión (20%). D = Extracto cocción (20%). E = Extracto etanólico (0,2 g 1 mL de etanol en 10 mL de agua).

Tabla 3. Porcentaje de mortalidad y repelencia de seis plantas en extracto de infusión evaluadas sobre el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* a 120 h de exposición.

Extracto de infusión (20%)	(% Mortalidad)	Porcentaje de repelencia	Escala de repelencia
<i>Brugmansia candida</i> (Solanaceae), hoja	0	33,3	II
<i>Brugmansia candida</i> (Solanaceae), flor	0	-70	Atrayente
<i>Ruta graveolens</i> (Rutaceae), hoja	0	-35,3	Atrayente
<i>Ruta graveolens</i> (Rutaceae), flor	0	-66,7	Atrayente
<i>Ricinus communis</i> (Euphorbiaceae), semillas	0	-22,2	Atrayente
<i>Allium sativum</i> (Liliaceae), bulbo	0	-50	Atrayente
<i>Minthostachys setosa</i> (Lamiaceae), hoja	0	-10,5	Atrayente
<i>Eucalyptus globulus</i> (Myrtaceae), hoja	0	57,1	III
Control	0	0	-

Valores son signos negativos indican que los extractos fueron atrayentes.

Valores con signos positivos señalan que los extractos fueron repelentes. Escala de repelencia II = 20 a 40% de repelencia. Escala de repelencia III = 40 a 60% de repelencia.

Tabla 4. Toxicidad de la cipermetrina al 1,3% sobre *Sitophilus zeamais* y *S. oryzae* a 3 h, 6 h y 24 h de exposición.

Periodo de exposición	Tratamientos	<i>S. zeamais</i> (% mortalidad)	<i>S. oryzae</i> (% mortalidad)
3 h	Control	0,76a	0a
	cipermetrina	19,2bc	14,6bc
6 h	Control	1,98a	0a
	cipermetrina	30cd	26,9cd
24 h	Control	1,98a	0a
	cipermetrina	40,7d	38,5d

Letras minúsculas iguales en una misma columna indican que los promedios son estadísticamente iguales a un $P < 0,05$ según la prueba de Tukey.

Tabla 5. Porcentaje de mortalidad de cinco plantas en extracto de infusión evaluadas sobre la pulga del agua *Daphnia magna* a 120 h de exposición.

Tratamientos a base de extracto infusión (1 g del Pde la planta L ⁻¹)	24 h (% de mortalidad)	48 h (% de mortalidad)
<i>Eucalyptus globulus</i> (Myrtaceae), hoja	85b	100b
<i>Erythroxilon coca</i> (Erythroxlaceae), hoja	80b	100b
<i>Cucurbita maxima</i> (Cucurbitaceae), semilla	85b	100b
<i>Minthostachys setosa</i> (Lamiaceae), hoja	90b	100b
<i>Punica granatum</i> (Punicaceae), flor	80b	100b
Control	0a	10a