

Efecto insecticida de dos extractos vegetales sobre el gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleóptera: Curculionidae) en Perú

José Iannacone ¹

Carlos Quispe ²

RESUMEN

IANNAONE J, QUISPE C. 2004. Efecto insecticida de dos extractos vegetales sobre el gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleóptera: Curculionidae) en Perú. Rev. per. Ent. 44.- El gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* (Coleóptera: Curculionidae), es una plaga clave en productos agrícolas almacenados en el Perú. Dos productos de origen botánico, la "quinua" (*Chenopodium quinoa* Willdenow [Chenopodiaceae]) procedente de Huancayo, y la "lantana" (*Uniflora lantana* L. [Verbenaceae]) procedente de Lima, ambos en comparación con los plaguicidas sintéticos alfa-cipermetrina y fenitrotion como conúoles positivos, fueron evaluados sobre adultos de *S. zeamais*, en bioensayos de efectividad insecticida bajo condiciones de laboratorio. Los extractos acuosos de lantana y quinua a las concentraciones empleadas no causaron efectos estadísticamente significativos en la mortalidad de los adultos de *S. zeamais*. El extracto clorofórmico de quinua, produjo mortalidades de 73,38 % y 100 % a 24 y 48 h de exposición, respectivamente. Se discute la posibilidad de empleo de estos insecticidas botánicos en programas de Manejo Integrado de Plagas de productos agrícolas almacenados.

Palabras clave: alfa-cipermetrina, efectividad, fenitrotion, lantana, quinua, *Sitophilus*.

SUMMARY

IANNAONE J, QUISPE C. 2004. Insecticidal effect of two botanical extracts on the com borer, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleóptera: Curculionidae) in Perú. Rev. per. Ent. 44.- The com borer *Sitophilus zeamais* (Coleóptera: Curculionidae), is a major pest of stored food grains in Perú. Two products of botanical origin, "quinua" (*Chenopodium quinoa* Willdenow [Chenopodiaceae]) from Huancayo, and "lantana" (*Lantana camara* L. [Verbenaceae]) from Lima, both in comparison with the synthetic pesticides alpha-cypermethrin and fenitrothion as positive controls, were evaluated on adults of *S. zeamais*, in bioassays of insecticide effectiveness under laboratory conditions. Aqueous extracts of lantana and quinua at the concentrations employed did not cause statistically significant effects on *S. zeamais* adult mortality. Chloroformic extracts of quinua produced mortalities of 73.38 % and 100 % at 24 and 48 h exposures, respectively. We discuss the possibility of employing these botanical insecticides in programs of Integrated Pest Management of stored grains.

Key words: alpha-cypermethrin, effectiveness, fenitrothion, lantana, quinua, *Sitophilus*.

Introducción

Uno de los cultivos de mayor importancia en Perú es el maíz (TEJADA 1995b). El maíz cosechado es mantenido en almacenes tradicionales, produciéndose pérdidas por los insectos, roedores, pájaros y hongos de cerca del 1 al 10 % del volumen, siendo coleópteros como *Sitophilus zeamais* Motschulsky y *S. oryzae* (Linnaeus) las principales plagas insectiles (CHIMBE & GALLEY 1996).

El gorgojo del maíz, *S. zeamais* es un insecto clave a nivel de productos almacenados, pues

produce pérdidas de importancia económica a nivel mundial (HOLST *et al.* 2000, FIELD *et al.* 2001). Muchos agricultores emplean insecticidas sintéticos, pero estos productos llegan a ser demasiado caros y por tanto inalcanzables para el agricultor de los países del tercer mundo (TEJADA 1995a). Además, otra dificultad es la resistencia de estos gorgojos a los insecticidas convencionales (ELFIAG 2000), por lo que se requiere urgentemente de alternativas para su manejo (TEJADA 1995a, OBENG & REICHMUTH 1997, HUANG *et al.* 2000, LIKHAYO & HODGES 2000). Dentro de tales alternativas, se ha estimulado el interés en reevaluar los productos botánicos tradicionales como agentes para el control de plagas (OBENG *et al.* 1998, MOLINA 2001, RAUSCHER *et al.* 2001, Liu *et al.* 2002). Las plantas son ricas fuentes de químicos orgánicos bioactivos, muchos de los cuales están envueltos en la protección de las plantas por los herbívoros, y más de 2.000 especies de plantas han sido reportadas poseyendo propiedades en el control de plagas

Laboratorio de Ecofisiología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad Nacional Federico Villarreal, Calle San Marcos 383, Lima-21, Perú.

E-mail: joseiannacone@hotmail.com

Laboratorio de Química Analítica, Facultad de Ciencias Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú. E-mail: cmquispe@ec-red.com

(CHIMBE & GALLEY 1996, ABOU *et al.* 2000, MAREGGIANI *et al.* 2000, FIELD *et al.* 2001, TRIPATHI *et al.* 2002). Los componentes botánicos más efectivos en el siglo XX, nicotina, rotenona y piretrina, han sido usados extensamente hasta el advenimiento de los compuestos sintéticos. Sin embargo, en la actualidad aún ocupan un mercado pequeño a nivel mundial. Extractos de numerosas plantas han sido usados en África, Centro y Sudamérica, y Asia como insecticidas, así como ictiotóxicos, venenos para flechas en la caza artesanal, y en medicina tradicional (OBENG *et al.* 1998).

En *Lantana cantara* L. (Verbenaceae), cuyo nombre vernacular es "lantana", se ha señalado actividades repelentes contra mosquitos *Anopheles* (Diptera: Culicidae) (SEYOUM *et al.* 2002). Además, en *Lantana* se ha detectado propiedades antimicrobianas y anticancerígenas en los aceites de sus hojas (JULIANI *et al.* 2002, NAGAO *et al.* 2002). Varios autores han revisado los efectos foliares tóxicos de *L. cámara*, entre ellos sus propiedades insecticidas (SHARMA 1984, RAMAN *et al.* 1987, SHARMA *et al.* 1988, REÁTEGUI & PERUANO 1999, SHARMA *et al.* 2000, JULIANI *et al.* 2002). Esta especie es considerada tanto ornamental de cercos de jardines urbanos, como una maleza (GHUISABERTI 2000). RAMAN *et al.* (1987), REÁTEGUI & PERUANO (1999) y GOMERO (2000) evaluaron el efecto insecticida y repelente de *L. cámara* sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). BOUDA *et al.* (2001) han encontrado efectos insecticidas en los aceites de las hojas de *L. cámara* sobre *S. zeamais*.

En *Chenopodium quinoa* Willdenow (Chenopodiaceae), cuyo nombre vernacular es "quinua", se ha señalado actividades bioinsectidas sobre la polilla de la papa (IANNACONE & LAMAS 2003). La quinua es un cultivo que viene desarrollándose desde tiempos prehispánicos en la regiones altoandinas (GUTIÉRREZ *et al.* 2001). En los granos de quinua, el pericarpio presenta saponina, una sustancia amarga que puede tener una concentración de 0 a 6 %, según la variedad. Esta planta tiene un original perfil nutritivo, ya que contiene proteínas con un buen balance de aminoácidos (es rica en lisina), aceites, grasas, fósforo, calcio, hierro, vitamina E y otras vitaminas del complejo B. Es consumida por los habitantes andinos locales previo desamargado, eliminando la saponina. SUCHARITA *et al.* (1998) han reportado efectos de la saponina de las raíces de *Medicago sativa* L. "alfalfa" (Leguminosae) en la inhibición del crecimiento de la larva del escarabajo *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). La toxicidad de la saponina a insectos sugiere que protege a la planta de la depredación de insectos y ácaros (PUSZKAR *et al.* 1994). TAVA & ODOARDI (1996) encontraron efecto tóxico de las saponinas sobre *Lobe-*

sia botrana (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae), *Tetranychus urticae* Koch (Acari) y *Phorodon humuli* (Schrank) (Homoptera: Aphididae). Además MA *et al.* (1989) detectaron efectos letales en el ensayo con el camarón salino *Artemia salina* (Linnaeus) (Crustacea: Artemiidae). Además, las saponinas han tenido efectos sobre hongos fitopatógenos como *Typhoderma viride* Pers., *Sclerotium rolfsii* Saccardo, *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Rhizoctonia solani* Kühn y *Aspergillus niger* van Tieghem (OLESZEK 1996).

Los bioensayos de laboratorio para evaluar el efecto de productos insecticidas contra *S. zeamais* son una estrategia para la catalogación de los mismos y determinar su efectividad y posibilidad de empleo en el control de esta plaga (HAQUE *et al.* 2000, BELMAIN *et al.* 2001, FANG *et al.* 2002).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de dos extractos botánicos, *Chenopodium quinoa* y *Lantana cámara*, en comparación con dos plaguicidas sintéticos como controles positivos, alfa-cipermetrina y fenitrotion, sobre el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais*, en términos de porcentaje de mortalidad.

Material y métodos

Los bioensayos se realizaron en el Laboratorio de Ecofisiología Animal de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, entre julio y septiembre 2001.

Sitophilus zeamais: Ejemplares testigo fueron depositados en el Museo de Entomología, Programa Nacional de Control Biológico (PNCB), Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), Vitarte, Lima. Se obtuvo especímenes adultos, indistintamente machos y hembras, a partir de una crianza alimentada con fideos de maíz, que se mantuvo en laboratorio por siete días previos a la realización de los bioensayos de toxicidad agudos estáticos de corta duración, en envases de vidrio de 2 L de capacidad y 15 cm de profundidad, inicialmente sembrados con cerca de 400 adultos, identificados empleando las claves de PEREIRA & ALMEIDA (2001). Todos los especímenes fueron sexados al terminar cada uno de los ensayos. La temperatura ambiental fue 25 ± 2 °C.

Sustancias químicas

Quinoa: Se utilizó dos tipos de extractos, uno acuoso y otro clorofórmico. El acuoso (20 %) se obtuvo de pesar 20 g de quinua colocados en contacto con 100 mL de agua destilada (pH 6,5; conductividad = $2,5 \mu S \text{ cm}^{-1}$) durante 24 h a

20 °C. Para el extracto clorofórmico se utilizó 20 mL del extracto acuoso colocado en una pera de decantación para la separación por solubilidad con 5 mL de n-hexano, lo que se repitió por tres veces; la fase orgánica se desechó y la acuosa se sometió a su vez a solubilidad en 5 mL de cloroformo, también por tres veces. Se juntó los 15 mL de fase clorofórmica para emplearlos en los ensayos toxicológicos. Tanto el cloroformo como el n-hexano utilizados fueron Riedel de Haen, reagent ACS (American Chemical Society).

Para la cuantificación de saponinas en los extractos se utilizó el método espectrofotométrico de ELÍAS & DÍAZ (1988), las saponinas siendo cuantificadas teniendo como referencia el ácido oleanólico, principal sapogenina de la quinua (Ruiz 1979, BURNOUF & DELFEL 1984, ZHU *et al.* 2002). Para la cuantificación de saponinas se purificó cada extracto con una solución de metanol : agua (4:1), se eliminó el sobrenadante liposoluble con n-hexano, y la fase acuosa se trató con butanol: cloroformo : HCl (6:1:3). 0,5 mL de la fase clorofórmica se diluyó a 1 mL con ácido acético, se agregó 4 mL del reactivo de coloración, y se calentó por 25 min a 60 °C. Como blanco se utilizó una mezcla de 1 mL de ácido acético y 4 mL del reactivo de coloración, que se preparó previamente mezclando ácido acético y ácido sulfúrico concentrados (1:1), que quedó listo para su uso luego de 2 h de reposo. Tanto el cloroformo, el n-hexano, como el n-butanol utilizados fueron Riedel de Haen reagent ACS; el ácido clorhídrico fue Baker reagent ACS. El contenido de saponinas en los dos extractos utilizados para los ensayos biotóxicológicos fue, para el extracto acuoso, de 0,15 %, y para el clorofórmico de 0,20 %.

Lantana: Esta especie se seleccionó a partir de SEIS antecedentes promisorios para controlar plagas (IANACONE & LAMAS 2003). Las hojas se utilizaron para la preparación de los extractos crudos, pues sus sustancias activas se encuentran mayormente a nivel foliar (SHARMA *et al.* 2000). Se obtuvo las muestras botánicas en floración de jardines adyacentes al Centro de Control Biológico (CCB), Lima, entre julio y octubre 2001. Las hojas se secaron empleando una estufa (a 40 °C) por 48 h, hasta obtener un peso constante por pérdida de agua, que fue de 81,80 % $\pm$ 2,33 (79,92 % - 84,41 %, n = 3). Posteriormente, las hojas se trituraron en un mortero hasta la obtención de un polvo granulométricamente menor a 0,5 mm (este diámetro se verificó con un microscopio), resultando un polvillo en un 95 % menor o igual a este tamaño. Las muestras se guardaron herméticamente y se fecharon hasta la preparación de los extractos, manteniéndolas en refrigeración a 6 °C por no más de 14 d. La preparación de los extractos bo-

tánicos acuosos crudos se efectuó con agua destilada (pH = 7,2). Se preparó extractos acuosos al 10 % (100 g L⁻¹), en una proporción de 20 g por 200 mL de agua destilada, macerando por 48 h para la extracción de los compuestos hidrosolubles (Thomazini *et al.* 2000). Luego fueron filtrados a través de un papel fino (Whatman N° 1). El pH de la solución acuosa se llevó a 6 al inicio de cada bioensayo, empleando una solución de NaOH 0,1M o con H₂SO₄ 0,1M. El pH fue medido mediante un potenciómetro Hanna 8417®. Solo se usó extractos acuosos que habían sido recientemente preparados (no más de 72 h), debido a que microorganismos fúngicos afectan la calidad de los mismos.

Insecticidas sintéticos de comparación: Los insecticidas empleados como controles positivos fueron alfacipermetrina (Fendona® 10 % CE) y fenitrotion (Sumithion® 40 % PM). La cipermetrina presentó las siguientes propiedades físico-químicas: fórmula molecular = C₂₂H₁₉ClN₃O₃; peso molecular = 416,30; punto de fusión = 85 °C; Log K_{ow} = 6,60; solubilidad en acetona, cloroformo y xileno > 450 g L⁻¹; etanol = 337 g L⁻¹; hexano = 103 g L⁻¹ a 20° C; solubilidad en agua = 4 x 10⁻³ mg L⁻¹ a 20° C; presión de vapor = 3,07 x 10⁻³ mm Hg a 20 °C. Para el fenitrotion: fórmula molecular = C₉H₁₂N₃O₃PS; peso molecular = 277,24; punto de fusión = 3,4°C; punto de ebullición = 118 °C; Log K_{ow} = 3,30; solubilidad en la mayoría de solventes orgánicos; hexano = 24 g L⁻¹ a 20 °C; solubilidad en agua = 30 mg L⁻¹ a 25 °C; presión de vapor = 5,40 x 10⁻³ mm Hg a 20 °C). Para los bioensayos con *S. zeamais* cada sustancia química se disolvió en agua destilada (pH = 7,2; conductividad específica = 70 mmhos cm⁻¹). Para ambos casos se empleó las máximas concentraciones recomendadas por los fabricantes. Para alfacipermetrina se empleó la siguiente concentración: 1 % del producto formulado, 1.000 mg L⁻¹ de ingrediente activo (IA); para fenitrotion se empleó 2 % del producto formulado, 8.000 mg L⁻¹ de IA.

Bioensayos: Los experimentos se iniciaron con ejemplares adultos, indistintamente machos o hembras, escogidos al azar de los envases de plástico de crianza. Diez adultos se distribuyeron al azar en cada una de las cuatro repeticiones (IANACONE *et al.* 2000,2002). Se empleó placas petri plásticas descartables, de 90 x 15 mm, con 15 g de fideos de maíz y un papel filtro Whatman N° 1 en el fondo del recipiente, siguiendo las recomendaciones de BOUDA *et al.* (2001). Los adultos fueron considerados muertos cuando no realizaron ningún movimiento de la antena o de alguna de las patas, permaneciendo inmóviles durante 45 s de observación al ser extraídos a otra placa petri y observados al microscopio estereoscopio de IOx. Para los en-

sayos de contacto en papel filtro se aplicó 0,5 mL de cada extracto e insecticida sintético en cada uno de los papeles filtro, permitiendo su evaporación por 15 min previos a la introducción del alimento y los gorgojos. El tratamiento control consistió en agua destilada. Se utilizó cuatro repeticiones (1 placa = 1 repetición) por tratamiento. Se condujo ensayos de toxicidad aguda estáticos de contacto en oscuridad a 3, 6, 24 y 48 h de exposición a las sustancias químicas. Las condiciones de temperatura del ensayo fueron $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Diseño experimental y tratamiento estadístico: Las pruebas de toxicidad aguda se evaluaron en concentraciones nominales para cada sustancia química (quinua acuosa, quinua clorofórmica, lantana acuosa, alfa-cipermetrina y fenitrotion) con cuatro repeticiones, más el control (agua destilada), en un Diseño en Bloque Completamente Randomizado (DBCR) de 6×4 . Para todos los casos, la eficacia de los tratamientos y las repeticiones se evaluó a través de un Análisis de Varianza (ANDEVA) de dos vías, previa transformación de los datos a raíz cuadrada del arcoseno. La proporción sexual en cada uno de los tratamientos también fue evaluada con ANDEVA. Se empleó ANDEVA para determinar las diferencias entre los diferentes tiempos de exposición. En caso de existir diferencias significativas entre las repeticiones y los tratamientos se realizó la prueba a posteriori de Tukey. Cuando la mortalidad del tratamiento con agua destilada fue diferente de cero, las mortalidades de los otros cinco tratamientos fueron corregidas utilizando la fórmula de Abbot. Se empleó el paquete estadístico SPSS en español, versión 7,5 para Windows 98 para el cálculo de los estadísticos descriptivos e inferenciales.

Resultados

La Tabla 1 muestra los porcentajes de mortalidad de *S. zeamais* por acción de dos extractos botánicos y dos plaguicidas sintéticos a cuatro periodos de exposición. A 3, 6, 24 y 48 h de exposición, la quinua clorofórmica y los plaguicidas sintéticos mostraron porcentajes de mortalidad estadísticamente significativos en comparación con la quinua y lantana acuosas. Estos dos últimos extractos botánicos presentaron porcentajes de mortalidad de sumamente bajos. Para la quinua clorofórmica y los plaguicidas sintéticos se observó porcentajes de mortalidad que se incrementaron con el tiempo de exposición. Además, la proporción sexual en término de porcentaje de machos no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los seis tratamientos (Tabla 2).

Discusión

Tejada (1995b) ofrece un listado de las principales alternativas tradicionales para los agricultores, sin el empleo de control químico, en el control del gorgojo del maíz, entre ellos la exposición del grano al sol, la mezcla de arena o ceniza con el maíz en grano, el ahumado del grano, y el almacenamiento de las mazorcas con brácteas. Sin embargo, numerosos investigadores en diferentes partes del mundo señalan las ventajas de emplear extractos botánicos para el control del gorgojo del maíz y de otros insectos plaga en productos agrícolas almacenados (CHIMBE & GALLEY 1996, OBENG & REICHMUTH 1997, OBENG *et al.* 1998, RAUSCHER *et al.* 2001, SAADALI *et al.* 2001, Liu *et al.* 2002).

El protocolo de toxicidad empleando papeles filtro impregnados con las sustancias químicas

TABLA 1.- Efectividad de dos extractos botánicos y dos plaguicidas sintéticos sobre adultos de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera:Curculionidae).

Periodos de exposición (en h)	Tratamientos				
	Quinua acuosa (20 %) (0,15 % de saponina)	Quinua clorofórmica (7,5 %) (0,20 % de saponina)	Lantana acuosa (10 %)	Alfa-cipermetrina (1.000 mg L ⁻¹ de IA)	Fenitrotion (8.000 mg L ⁻¹ de IA)
Porcentaje de mortalidad (%)					
3	0 aA	41,46 aB	15 aA	87,50 aC	57,5 aB
6	0 aA	65,84 bC	18,74 aB	100 aD	100 bD
24	7,5 aA	73,38 bBC	18,25 aA	60 bB	90,76 bC
48	7,5 aA	100 cB	23,5 aA	100 aB	100 bB

Letras iguales minúsculas verticales y letras mayúsculas horizontales indican que no existen diferencias significativas entre los promedios, según la prueba de Tukey, SPSS versión 7,5. Valores de cada uno de los porcentajes de mortalidad corregidos por la fórmula de Abbot.

TABLA 2.- Proporción sexual de *Sitophilus zeamais* en los seis tratamientos evaluados.

Repeticiones	Tratamientos					
	Quinua acuosa (20 %) (0,15 % de saponina)	Quinua clorofórmica (7,5 %) (0,20 % de saponina)	Lantana acuosa (10 %)	Alfa-cipermetrina (1.000 mg L ⁻¹ de IA)	Fenitrotion (mg 8.000 L ⁻¹ de IA)	Agua destilada
Porcentaje de machos (%)						
I	60	70	50	100	50	50
II	40	50	20	40	50	40
III	60	40	60	70	70	40
IV	70	100	60	90	60	60
Promedio	57,5	65	47,5	75	57,5	47,5
Desviación estándar	12,58	26,45	18,92	26,45	9,57	9,57
Significancia	a	a	a	a	a	a

Letras iguales minúsculas horizontales indican que no existen diferencias significativas entre los promedios, según la prueba de Tukey, SPSS versión 7.5. F = 1,27; P = 0,31.

cas naturales y sintéticas evaluadas ha demostrado efectividad sobre los adultos de *S. zeamais* (Tabla 1). OBENG *et al.* (1998) en ensayos de laboratorio hallaron efectos de contacto y repelencia del alcanfor, componente principal del aceite esencial de *Ocimum kilimandscharicum* Baker ex Gürke, contra cuatro especies de escarabajos de productos almacenados, *Sitophilus granarius* (L.), *S. zeamais* (Curculionidae), *Tribolium castaneum* (Herbst) (Tenebrionidae) y *Prostephanus truncatus* (Horn) (Bostrichidae), usando la técnica de papeles filtro impregnados. Sin embargo, señalan que debe tenerse cuidado en la interpretación de los resultados cuando el ensayo del papel filtro es usado como único método de evaluación de toxicidad por contacto de pesticidas, debido a que las sustancias químicas se comportan en forma diferente dependiendo de las superficies de contacto utilizadas, como papeles filtro, granos impregnados, etc.

La toxicidad del extracto clorofórmico del desamargado de la quinua es comparable a la observada por los dos insecticidas químicos sintéticos ensayados, sobre todo a las 24 y 48 h de exposición por contacto (Tabla I). MAGUIÑA & IANNACONE (2000), al evaluar el efecto de *Chenopodium ambrosioides* L. ("paico") sobre *Artemia franciscana* Kellogg (Crustacea: Artemiidae), encontraron que los extractos con solventes orgánicos presentaron mayores efectos que los acuosos. En este estudio se ha observado diferencias marcadas entre la toxicidad de los extractos clorofórmico y acuoso (Tabla 1). En el género *Chenopodium* se ha estudiado el efecto sobre ácaros. Además en *C. ambrosioides*, *C. quinoa* y *C. álbum* L. se ha detectado efectos funguicidas, nematocidas e insecticidas. En *C. ambrosioides* se ha determinado la presencia de

una sustancia activa denominada geraniol, sobre *Rhizoctonia solani* y *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Otros principios activos son los alcaloides tóxicos chenopodinina y trigonellina (BRUNILDA 2002). Di-Ni *et al.* (2002) han detectado en *C. quinoa* saponinas triterpenoides que representan un amplio rango de grupos funcionales, derivados del ácido fitolacagénico, ácido oleanólico, hederagenin, ácido serjánico y ácido espegulagénico. A la fecha no se conoce cuales de estas sustancias son las más activas como pesticidas para el control de insectos en granos almacenados.

En el presente trabajo no se descubrió efecto del extracto acuoso de lantana (Tabla 1). Sin embargo, el efecto insecticida o repelente de esta planta no debería ser descartado, pues en otra formulación BOUDA *et al.* (2001) han señalado efectos agudos en términos de dosis letal media (DL₅₀) de 0,16 %, de los aceites esenciales extraídos de hojas de *L. cámara* en ensayos de laboratorio, a 7 d de exposición y con lecturas cada 24 h sobre *S. zeamais*, la especie evaluada en este trabajo.

Los pesticidas botánicos representan un importante potencial dentro del manejo integrado de plagas en los países en desarrollo, por utilizar materiales locales que son potencialmente menos caros. Muchos son seguros para el ambiente e inofensivos para los mamíferos, el hombre y los artrópodos benéficos (BRUNILDA 2002). El modo preciso de acción del extracto clorofórmico de quinua es de especial interés. Trabajos futuros deberían centrarse en cómo penetra en la cutícula del insecto y del grano, en su rol metabólico, así como en sus efectos sobre los mamíferos que se alimentan de este material tratado (OBENG *et al.* 1998).

Conclusiones

Los extractos acuosos de lantana (*Lantana cámara*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) a las concentraciones empleadas no causaron efectos estadísticamente significativos en la mortalidad de los adultos de *Sitophilus zeamais*.

El extracto clorofórmico de quinua produjo mortalidades de 73,38 % y 100 % a 24 y 48 h de exposición.

Literatura

- Abou EM, Nemer NM, Kavar NS. 2000. Efficacy of Chinaberry tree (Meliaceae) aqueous extracts and certain insecticides against the pea leaf-miner (Díptera: Agromyzidae). J. agric. Science 134: 413-420.
- Belmain SR, Neal GE, Ray DE, Golob P. 2001. Insecticidal and vertebrate toxicity associated with ethnobotanicals used as post-harvest protectants in Ghana. Food Chem. Toxicol. 39: 287-291.
- Bouda H, Tapondjou LA, Fontem DA, Gumedze MY. 2001. Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana cámara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* (Coleóptera: Curculionidae). J. stored Prod. Res. 37: 103-109.
- Brunilda NLR. 2002. Determinación de la actividad insecticida de tres malezas tóxicas para el ganado, *Solanum sisymbirifolium* (revienta caballo), *Cestrum parqui* (duraznillo negro) y *Chenopodium álbum* (quinua), sobre plagas de granos almacenados (*Tribolium castaneum* - gorgojo), pp. 21-32. In: Gomero LO, Tazza MC (Eds.), Innovación de tecnologías ecológicas para el agro en América Latina. Resultados del Primer Concurso Latinoamericano. Lima, Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RA A A).
- Burnouf RM, Delfel N. 1984. High performance liquid chromatography of oleanane type triterpens. J. Chromatography 292: 402-409.
- Chimbe CM, Galley DJ. 1996. Evaluation of material from plants of medicinal importance in Malawi as protectants of stored grain against insects. Crop Prot. 15(3): 289-294.
- Dini I, Tenore GC, Dini A. 2002. Oleanane saponins in "kancolla", a sweet variety of *Chenopodium quinoa*. J. nat. Prod. 65: 1023-1026.
- Elhag EA. 2000. Deterrent effects of some botanical products on oviposition of the cowpea bruchid *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleóptera: Bruchidae). J. Pest Manag. 46: 109-113.
- Eiras CCP, Díaz LV. 1988. Determinación espectrofotométrica de ácido oleanólico y saponinas de quinua. Arch. latinoam. Nutr. 38: 117-131.
- Fang L, Subramanyam B, Arthur FH. 2002. Effectiveness of spinosad on four classes of wheat against five stored-product insects. J. econ. Entom. 95: 640-650.
- Field PG, Xie YS, Hou X. 2001. Repellent effect of pea (*Pisum sativum*) fractions against stored-product insects. J. stored Prod. Res. 37: 359-370.
- Ghuisaberti EL. 2000. *Lantana cámara* L. (Verbenaceae). Fitoterapia 71: 467-486.
- Gomero LO. 2000. Uso de plantas con propiedades repelentes e insecticidas, pp. 13-26. In: Arning I, Velásquez H (Eds.), Plantas con potencial biocida. Metodologías y experiencias para su desarrollo. Lima, Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos.
- Gutiérrez A, Torres R, Barrantes W, Leiva N, Macavilca Y. 2001. Marcadores bioquímicos de granos de *Chenopodium quinoa* Willd. Wiñay Yachay 5: 193-204.
- Haque MA, Nakakita H, Ikenaga H, Sota N. 2000. Development-inhibiting activity of some tropical plants against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleóptera: Curculionidae). J. stored Prod. Res. 36: 281-287.
- Holst N, Meikle WG, Markhan RH. 2000. Grain injury for *Prostephanus truncatus* (Coleóptera: Bostrichidae) and *Sitophilus zeamais* (Coleóptera: Curculionidae) in rural maize stores in West Africa. J. econ. Entom. 93: 1338-1346.
- Huang Y, Chen SX, Ho SH. 2000. Bioactivities of methyl allyl disulfide and diallyl trisulfide from essential oil of garlic to two species of stored-product pests, *Sitophilus zeamais* (Coleóptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleóptera: Tenebrionidae). J. econ. Entom. 93: 537-543.
- Iannacone J, Alvarino L, Caballero C, Sánchez J. 2000. Cuatro ensayos ecotoxicológicos para evaluar lindano y clorpirifos. Gayana 64: 139-146.
- Iannacone J, Caballero C, Alvarino L. 2002. Empleo del caracol de agua dulce *Physa venusta* Gould como herramienta ecotoxicológica para la evaluación de riesgos ambientales por plaguicidas. Agríc. técn. (Santiago de Chile) 62: 212-225.
- Iannacone J, Lamas G. 2003. Plantas biocidas usadas en el control de la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). Rev. per. Ent. 43: 79-87.
- Juliani HR, Biurrun II, Koroch AR, Oliva MM, Demo MS, Trippi VS, Zygodlo JA. 2002. Chemical constituents and antimicrobial activity of the essential oil of *Lantana xenica*. Planta med. 68: 762-764.
- Likhayo PW, Hodges RJ. 2000. Field monitoring *Sitophilus zeamais* and *Sitophilus oryzae* (Coleóptera: Curculionidae) using refuge and flight traps baited with synthetic pheromone and cracked wheat. J. stored Prod. Res. 36: 341-353.
- Liu ZL, Xu YJ, Wu J, Goh SH, Ho SH. 2002. Feeding deterrents from *Dictamnus dasycarpus* against two stored-product insects. J. Agríc. Food Chem. 50: 1447-1450.
- Ma WW, Heinsteins PF, McLaughlin JL. 1989. Additional toxic bitter saponins from the seeds of *Chenopodium quinoa*. J. nat. Prod. 52: 1132-1135.
- Maguina AA, Iannacone JA. 2000. *Artemia franciscana* Kellogg 1906 "camarón salino" como agente de bioensayo para evaluar cinco extractos crudos de plantas con propiedades antiparasitarias. Bol. Soc. quím. Perú 66: 154-169.
- Mareggiani G, Bado S, Picollo MI, Zerba E. 2000. Efecto tóxico de metabolitos aislados de plantas solanáceas sobre *Tribolium castaneum*. Acta toxicol. argent. 8: 69-71.

- Molina N. 2001. Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades. Man. integr. Plagas 59: 76-77.
- Nagao T, Abe F, Kingo I, Okabe H. 2002. Antiproliferative constituents in plants. 10. Flavones from the leaves of *Lantana montevidensis* Briq. and consideration of structure-activity relationships. Biol. Pharm. Bull. 25: 875-879.
- Obeng DO, Reichmuth CH. 1997. Bioactivity of eugenol, major component of essential oil of *Ocimum suave* (Wild.) against four species of stored-product Coleoptera. Int. J. Pest Manag. 43: 89-94.
- Obeng DO, Reichmuth CH, Bekele AJ., Hassanali A. 1998. Toxicity and protectant potential of camphor, a major component of essential oil of *Ocimum kilimandscharicum*, against four stored product beetles. Int. J. Pest Managem. 44: 203-209.
- Oleszek W. 1996. Alfalfa saponins: structure, biology and chemotaxonomy, pp. 155-170. In: Waller GR, Yamasaki K. (Eds.), Saponins used in food and agriculture. New York, Plenum Press.
- Pereira PRV, Almeida LM. 2001. Chaves para a identificação dos principais Coleóptera (Insecta) associados com produtos armazenados. Rev. bras. Zool. 18: 271-283.
- Puszkas L, Jastrzebski A, Jurzsta M, Bialy Z. 1994. Alfalfa saponins as a chance in the integrated hop protection. Proc. XXXIV Session IOR 2: 255-259.
- Raman KV, Booth RH, Palacios M. 1987. Control of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zettler), in rustic potato stores. Trop. Sci. 27: 175-194.
- Rauscher J, Guillen RM, Albores-Velasco M, Gonzales G, Vostrowsky O, Bestmann HJ. 2001. The repellence of *Aristolochia* aff. *orbicularis* roots against the corn borer *Sitophilus zeamais*. Zeitschr. Naturforsch 56: 575-580.
- Reátegui RF, Peruano GM. 1999. Efecto del aceite esencial de *Lantana camara* L. sobre la oviposición de *Phthorimaea operculella* Z. An. cient. UNA 15: 168-173.
- Ruiz AW. 1979. Estudios cromatográficos de saponinas de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd., variedad Kancolla). Campiñas, Unicamp. Tese Mestrado.
- Saadali B, Borikey D, Blaghen M, Vanhaelen M, Talbo M. 2001. Alkamides from *Artemisia dracunculoides*. Phytochemistry 58: 1083-1086.
- Seyoum A, Palsson K, Kung AS, Kabiru EW, Lwande W, Killeen GF, Hassanali A, Knols BG. 2002. Traditional use of mosquito-repellent plants in western Kenya and their evaluation in semi-field experimental huts against *Anopheles gambiae*: ethnobotanical studies and application by thermal expulsion and direct burning. Trans. r. Soc. trop. Med. Hyg. 96: 225-231.
- Sharma OP. 1984. A review of the biochemical effects of *Lantana camara* toxicity. Vet. hum Toxicol. 26: 488-493.
- Sharma OP, Makkar HP, Dawra RK. 1988. A review of the noxious plant *Lantana camara*. Toxicon 26: 975-987.
- Sharma S, Sharma OP, Singh B, Bhat TIC. 2000. Bio-transformation of landadenes, the pentaerythritol triterpenoid hepatotoxins of lantana plant, in guinea pig. Toxicon 38: 1191-1202.
- Sucharita S, Makkar HPS, Becker K. 1998. Alfalfa saponins and their implications in animal nutrition. J. Agric. Food Chem. 46: 131-140.
- Tava A, Odoardi M. 1996. Saponins from *Medicago* sp.: chemical characterization and biological activity against insects, pp. 97-109. In: Waller GR, Yamasaki K. (Eds.), Saponins used in food and agriculture. New York, Plenum Press.
- Tejada A. 1995a. Uso de ceniza en el control del gorgojo del maíz, pp. 107-116. In: Valencia LV, Peña ES (Eds.), Aportes para el manejo ecológico de cultivos. I Concurso Nacional de Innovación en tecnología para el agro 1994. Lima, Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA).
- Tejada A. 1995b. Control del gorgojo del maíz, pp. 151-157. In: Valencia LV, Peña ES (Eds.), Aportes para el manejo ecológico de cultivos. I Concurso Nacional de Innovación en tecnología para el agro 1994. Lima, Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA).
- Thomazini APBW, Vendramim JD, Lopes MTR. 2000. Extractos acuosos de *Trichilia pallida* e atracado tomateiro. Sci. agric. 57: 13-17.
- Triparthi AK, Prajapati V, Verma N, Bahl JR, Bansal RP, Khanuja SP, Kumar S. 2002. Bioactivities of the leaf essential oil of *Curcuma tonga* (var. ch. 66) on three species of stored-product beetles (Coleoptera). J. econ. Entom. 95: 183-189.
- Zhu N, Sheng S, Sang S, Jhoo JW, Bai N, Karwe MV, Rosen RT, Ho CT. 2002. Triterpene saponins from debittered quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds. J. Agric. Food Chem. 50: 865-867.