

ARTÍCULO ORIGINAL

**EFFECTO ANTIALIMENTARIO DE EXTRACTOS DE SOLANUM ELEAGNIFOLIUM (SOLANALES, SOLANACEAE) EN INSECTOS PLAGA DE ALMACENAJE.**

**FEEDING DETERRENCE OF SOLANUM ELEAGNIFOLIUM (SOLANALES, SOLANACEAE) AGAINST STORED GRAIN PESTS.**

LILIAN RENÉE DESCAMPS<sup>1</sup> Y CAROLINA SÁNCHEZ CHOPA<sup>1</sup>

**RESUMEN**

*Tribolium castaneum* y *Sitophilus oryzae* son las plagas más frecuente en el área de influencia del Puerto de Ing. White, Bahía Blanca, Argentina. La aplicación de productos químicos es la práctica más recurrente para su control, pero la presión continua con estos productos ha conducido en nuestro país a la aparición de resistencia. En consecuencia, otros métodos deberían implementarse para el control de insectos plaga de grano almacenado. Así, los productos naturales derivados de plantas se muestran como una alternativa interesante. El objetivo de este trabajo fue calcular los índices alimentarios para evaluar la fisiología nutricional de larvas de 25 días de *T. castaneum* y de adultos de 3 a 4 días de *T. castaneum* y de *S. oryzae* frente a los extractos etanólicos de hojas y frutos de *S. eleagnifolium*. Para obtener los índices alimentarios, durante 72 hs se les ofreció a los insectos discos de harina tratados con diluciones etanólicas de los extractos. Las concentraciones utilizadas fueron 0,75, 1,6 y 2,4 mg de extracto/disco. Se preparó un grupo control con discos tratados con el solvente solo. Se determinó el peso de cada disco y de los insectos, antes y después de cada experimento. Se calcularon los siguientes índices alimentarios: Tasa de Crecimiento Relativa (TCR = (A-B)/(Bxdía), donde A = peso de los insectos vivos al tercer día /n° de insectos vivos al tercer día y B = peso original de los insectos /n° total de insectos; Tasa Relativa de Consumo (TRC = D/(Bxdía), donde D = biomasa ingerida (mg)/n° de insectos vivos al tercer día; Eficiencia de Conversión del Alimento Ingerido (ECAI)(%) = (TCR/TRC)x100 y el Índice Antialimentario (IA)(%) = [(C-T)/C] x100, donde C = consumo de los discos en el control (mg) y T = consumo de los discos tratados (mg). Ambos extractos redujeron en forma significativa la TCR (p < 0,05), la TRC (p < 0,05) y la ECAI% (p < 0,05) en todos los insectos y estadios evaluados. Por otra parte, se obtuvieron valores positivos del IA% a la mayor dosis empleada. De este resultado se puede inferir que los extractos etanólicos de hojas y de frutos de *S. eleagnifolium*, producen un efecto antialimentario en larvas de *T. castaneum* y en adultos de *T. castaneum* y de *S. oryzae*.

**PALABRAS CLAVE:** *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae*, fisiología nutricional.

**ABSTRACT**

*Tribolium castaneum* and *Sitophilus oryzae* are the major pests found in Ingeniero White Port, Bahía Blanca, Argentina, one of the most important overseas ports of the country. The widespread use of synthetic insecticides has led to many negative consequences like insecticide resistance resulting in increasing attention given to natural products. Therefore the objective of this work was to evaluate the alterations produced on the nutritional physiology on *T. castaneum* larvae and adults, and *S. oryzae* adults, by polar extracts from leaves and from fruits of *S. eleagnifolium*. To evaluate the antifeeding activity and the alteration in the nutritional physiology, disks of wheat flour with ethanolic solutions of the extracts were prepared at concentrations of 0.75, 1.6 and 2.4 mg/disk. A control group with ethanol treated disks was prepared. For 72 h these disk were offer to the insects. The weight of the disks and weight of insects were registered before and after the treatment. The nutritional indices were calculated: Relative growth rate (RGR) = (A-B)/(B x day), where A = weight of insects alive on the third day/number of insects alive on the third day; B = original weight of insects/ total number of insects; relative consumption rate (RCR) = D/(B x day), where D = biomass ingested (mg)/number of insects alive on the third day; efficiency of conversion of ingested food (ECI) (%) = (RGR/RCR) x 100 and antifeeding index (AI) (%) = [(C-T)/ C] x 100 was calculated where C = consumption of control disks (mg) and T = consumption of treated disks (mg). The polar extracts significantly (p < 0.05) reduced RGR, RCR and ECI in *T. castaneum* larvae and adults and *S. oryzae* adults. At the major doses, feeding deterrent action (IA%) was found. In consequence, the ethanol extracts from leaves and fruits of *S. eleagnifolium*, produce an antifeedant effect on larvae of *T. castaneum* and adults of *T. castaneum* and *S. oryzae*.

**KEYWORDS:** *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae*, nutritional physiology.

Depto de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, San Andrés 800 Altos Palihue, 8000 Bahía Blanca, Argentina. E-mail: descamps@criba.edu.ar

Fecha de recepción: 22 de octubre 2012

Fecha de aceptación: 8 abril 2013

## INTRODUCCIÓN

Los granos cosechados son productos básicos con un valor tradicional para la alimentación humana y con la posibilidad de ser conservados por largo tiempo si se cumple con las condiciones básicas de sanidad, limpieza y humedad (Reed, 2006).

En Argentina, las pérdidas en el almacenaje producidas por insectos y/o ácaros se estiman entre el 7 y el 10% de la producción total (Viale, 1995). En el año 2011 se exportaron a través del Puerto de Ingeniero White, Bahía Blanca, 7.739.708 toneladas de granos y derivados (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 2012). En nuestro país, la legislación establece el rechazo de toda mercadería con un solo insecto y/o ácaro vivo, en cualquier etapa de la comercialización. *S. oryzae* y *T. castaneum* son las especies plaga más relevantes en el área portuaria (Descamps *et al.*, 2008) y la aplicación de productos químicos es la práctica más recurrente en el control de estas plagas (Athanassiou *et al.*, 2004; Rozman *et al.*, 2007). El uso de estos protectores sintéticos ha creado serios problemas debido a que generalmente son tóxicos para mamíferos, dejan residuos en los granos y subproductos y generan resistencia de los insectos a los mismos (Stadler *et al.*, 2003; Athanassiou *et al.*, 2005).

Estas limitaciones llevan a evaluar otros métodos alternativos de control como son las tierras de diatomeas, el control biológico y microbiano, los reguladores de crecimiento, la energía electromagnética y los productos botánicos (Papachristos y Stamopoulos, 2002; Athanassiou *et al.*, 2005). Los productos vegetales constituyen una alternativa potencial en el control de insectos por ser una importante fuente de compuestos químicos bioactivos. Los extractos vegetales con actividad tóxica pueden actuar a diferentes niveles de la fisiología del insecto, afectando el sistema nervioso, la producción de energía, el crecimiento o el proceso digestivo. Estos extractos contienen compuestos que pueden poseer actividad ovicida, repelente, tóxica y/o antialimentaria (Mondal y Khalequzzaman, 2009). La mayoría de los antialimentarios actúan sobre receptores gustativos, ya sea por la estimulación de quimiorreceptores especializados de disuasión o por la distorsión en el normal funcionamiento de las neuronas que reciben información proveniente de quimiorreceptores para compuestos fagoestimulantes (Su y Mulla, 1998; Isman, 2002; Koul, 2005).

*Solanum eleagnifolium* ha sido declarada maleza nociva en cualquier lugar que ocurra como invasora

(Boyd y Murray, 1982; Mkula, 2006; Sheppard *et al.*, 2006; Sholedice y Renz, 2006). Infesta más de 800.000 hectáreas de cultivos en todo el mundo (Boyd y Murray, 1982) y se ha vuelto un problema económicamente importante porque reduce el rendimiento y la calidad de los mismos. Como contrapartida, esta especie posee valor culinario, medicinal e insecticida. Se ha comprobado que los extractos de *S. eleagnifolium* ocasionan alteraciones sobre el crecimiento, el consumo y la eficiencia de conversión del alimento en adultos de *Blattella germanica* (Sánchez Chopa, 2009).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad antialimentaria y las alteraciones en la fisiología nutricional de larvas de 25 días de *T. castaneum* y de adultos de 3 a 4 días de edad de *S. oryzae* y de *T. castaneum*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Insectos

Los insectos provinieron de una colonia susceptible CIPEIN (Centro de Investigaciones de Plagas e Insecticidas). Se criaron en recipientes de vidrio cerrados con tela de malla fina y se mantuvieron en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa ( $25 \pm 1^\circ \text{C}$ , 60-70 % HR) y un fotoperíodo 12:12 (L:O), utilizando como alimento una mezcla de levadura, trigo y leche en polvo en una proporción 1:13:1 (FAO, 1974).

### Bioensayos

Todos los bioensayos se realizaron con larvas de 25 días de *T. castaneum* y adultos de 3 a 4 días de edad de *T. castaneum* y de *S. oryzae*. Los ensayos se efectuaron en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa ( $25 \pm 1^\circ \text{C}$ , 60-70 % HR) y fotoperíodo 12:12 (L:O).

Para evaluar los índices nutricionales se prepararon discos de harina (Huang *et al.*, 2002). Partes alícuotas de 200  $\mu\text{l}$  de una suspensión de harina en agua (10 g, 50  $\text{ml}^{-1}$ ) se colocaron en placas de plástico para formar los discos que se dejaron secar en una cámara a  $25^\circ \text{C}$  de temperatura y 60/70% de humedad relativa. Los discos se pesaron registrándose valores entre 70 y 78 mg. Se prepararon soluciones de 0,75, 1,6 y 2,4 mg/disco diluidas en etanol. Los discos de harina se topicaron con 10  $\mu\text{l}$  de estas soluciones, se pesaron y se colocaron en recipientes separados. Se preparó un

grupo control con discos tratados con solvente solo. En cada recipiente se colocaron 10 insectos previamente pesados en una balanza marca OHAU SAP210S (210 g. x 0.1 mg.). Luego de mantenerlos durante 72 horas en condiciones controladas, se registró el peso de los discos, la mortalidad y el peso de los insectos vivos. Se realizaron seis réplicas. Cada ensayo se repitió en forma independiente al menos tres veces. Se calcularon los índices Nutricionales: Tasa de Crecimiento Relativa (TCR = (A-B)/(Bxdía), donde A = peso de los insectos vivos al tercer día /n° de insectos vivos al tercer día y B = peso original de los insectos /n° total de insectos; Tasa Relativa de Consumo (TRC = D/(Bxdía), donde D = biomasa ingerida (mg)/n° de insectos vivos al tercer día; Eficiencia de Conversión del Alimento Ingerido (ECAI)(%) = (TCR/TRC)x100 y el Índice Antialimentario (IA)(%) = [(C-T)/C]x100, donde C = consumo de los discos en el control (mg) y T = consumo de los discos tratados (mg). Los datos se analizaron mediante la prueba de la varianza ANOVA y las medias fueron separadas utilizando el test de diferencias mínimas (DMS, p > 0,05) (InfoStat, 2006).

## RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran las alteraciones en los índices nutricionales de *T. castaneum* y de *S. oryzae* ocasionadas por el extracto etanólico de hojas de *S. eleagnifolium*. Este extracto generó en ambas especies de insectos una disminución significativa de la

TCR y de la TRC (DMS, p < 0,05), que dependió de la concentración.

Tanto en larvas como en adultos de *T. castaneum* se observó una disminución significativa (DMS, p < 0,05) de la eficiencia de conversión del alimento ingerido a la máxima concentración empleada. En adultos de *S. oryzae*, este índice disminuyó significativamente (DMS, p < 0,05) en todas las concentraciones.

Este extracto produjo valores positivos del IA en ambos insectos, siendo más altos en larvas de *T. castaneum*.

Al evaluar el extracto etanólico de frutos de *S. eleagnifolium* (Tabla 2) se observó una disminución significativa de la TCR (DMS, p < 0,05) dependiente de la concentración en ambos insectos. En larvas de *T. castaneum*, la tasa relativa de consumo disminuyó de manera significativa (DMS, p < 0,05) en todas las concentraciones. En los adultos de ambas especies, la TRC solo disminuyó significativamente (DMS, p < 0,05) a las máximas concentraciones evaluadas.

En ambos estadios de *T. castaneum*, la eficiencia de conversión del alimento ingerido disminuyó de manera significativa (DMS, p < 0,05), siendo esta disminución concentración dependiente. Por otra parte, en adultos de *S. oryzae* solo se generó una disminución significativa (DMS, p < 0,05) de la ECAI a la máxima concentración empleada.

Este extracto produjo altos valores de IA en los adultos de ambas especies a la máxima concentración.

TABLA 1. ÍNDICES NUTRICIONALES Y ACTIVIDAD FAGODISUASIVA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE HOJAS DE *S. ELEAGNIFOLIUM* EN LARVAS DE 25 DÍAS DE *T. CASTANEUM* Y EN ADULTOS DE 3 A 4 DÍAS DE EDAD DE *T. CASTANEUM* Y DE *S. ORYZAE*.

Insecto	Conc. (mg/disco)	TCR	TRC	ECAI%	IA%
<i>T. castaneum</i> adulto	0	0,41 ± 0,04 c	0,33 ± 0,04 b	133,98 ± 33,98 b	
	0,75	-0,08 ± 0,02 b	0,27 ± 0,03 b	-27,90 ± 6,27 b	9,25
	1,6	-0,25 ± 0,03 a	0,06 ± 0,008 a	-461,1 ± 136,8 a	67,46
	2,4	-0,34 ± 0,08 a	0,09 ± 0,01 a	-372,5 ± 114,2a	44,10
<i>T. castaneum</i> larvas	0	0,46 ± 0,04 c	0,70 ± 0,11 b	67,68 ± 5,55 b	
	0,75	-0,17 ± 0,14 b	0,16 ± 0,003 a	-104,5 ± 91,24 b	36,77
	1,6	-0,16 ± 0,03 b	0,08 ± 0,01 a	-221,6 ± 54,49 b	64,55
	2,4	-0,55 ± 0,05 a	0,04 ± 0,008 a	-1108,3 ± 172,1 a	76,5
<i>S. oryzae</i>	0	0,55 ± 0,03 b	0,66 ± 0,03 c	83,26 ± 1,92 c	
	0,75	-0,23 ± 0,009 a	0,43 ± 0,05 b	-87,29 ± 44,89 b	13,23
	1,6	-0,36 ± 0,11 a	0,26 ± 0,02 a	-89,85 ± 7,18 b	36,41
	2,4	-0,40 ± 0,21 a	0,14 ± 0,01 a	-243,4 ± 66,78a	60,74

Referencias: Conc.: Concentración; TCR: Tasa de Crecimiento Relativa; TRC: Tasa Relativa de Consumo; ECAI%: Eficiencia de Conversión del Alimento Ingerido; IA%: Índice Antialimentario. Valores seguidos por la misma letra para cada insecto o estado y dentro de cada columna no difieren significativamente (DMS, p>0,05).

TABLA 2. ÍNDICES NUTRICIONALES Y ACTIVIDAD FAGODISUASIVA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE FRUTOS DE *S. ELEAGNIFOLIUM* EN LARVAS DE 25 DÍAS DE *T. CASTANEUM* Y EN ADULTOS DE 3 A 4 DÍAS DE EDAD DE *T. CASTANEUM* Y DE *S. ORYZAE*.

Insecto	Conc. (mg/disco)	TCR	TRC	ECAI%	IA%
<i>T. castaneum</i> adulto	0	0.41 ± 0.04 c	0.33 ± 0.04 b	133.9 ± 33.98 c	
	0.75	-0.11 ± 0.01 b	0.27 ± 0.02 b	-42.8 ± 8.72 b	7.03
	1.6	-0.22 ± 0.08 ab	0.13 ± 0.008 a	-172.8 ± 65.73 b	34.24
	2.4	-0.38 ± 0.04 a	0.07 ± 0.003 a	-513.3 ± 52.06 a	58.09
<i>T. castaneum</i> larvas	0	0.46 ± 0.04 c	0.70 ± 0.11 b	67.68 ± 5.55 c	
	0.75	-0.13 ± 0.02 b	0.38 ± 0.07 a	-35.34 ± 3.97 b	-0.85
	1.6	-0.19 ± 0.01 b	0.38 ± 0.007 a	-49.52 ± 4.12 b	-7.38
	2.4	-0.37 ± 0.01 a	0.19 ± 0.04 a	-208.1 ± 41.17 a	28.71
<i>S. oryzae</i>	0	0.55 ± 0.03 c	0.66 ± 0.03 b	83.26 ± 1.92 b	
	0.75	-0.48 ± 0.09 b	0.71 ± 0.15 b	-73.37 ± 18.77 b	-7.77
	1.6	-0.49 ± 0.04 b	0.22 ± 0.07 a	-288.4 ± 121.1 b	42.27
	2.4	-1.21 ± 0.28 a	0.09 ± 0.01 a	-1284.2 ± 301.02 a	72.25

Referencias: Conc.: Concentración; TCR: Tasa de Crecimiento Relativa; TRC: Tasa Relativa de Consumo; ECAI%: Eficiencia de Conversión del Alimento Ingerido; IA%: Índice Antialimentario. Valores seguidos por la misma letra para cada insecto o estado y dentro de cada columna no difieren significativamente (DMS,  $p > 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

Las sustancias químicas derivadas de los vegetales pueden producir alteraciones en la fisiología nutricional y/o actuar sobre la conducta alimentaria de los insectos, comportándose como atractantes, repelentes, antialimentarios o inhibidores de la alimentación (Novo *et al.*, 1997). Varios son los autores que han estudiado estos efectos en distintos insectos plaga (Huang *et al.*, 2002; Pungitore *et al.*, 2005; Han *et al.*, 2006; Omar *et al.*, 2007).

En nuestro trabajo se evaluaron los índices nutricionales y los efectos fagodisuasivos o antialimentarios de los extractos polares de hojas y de frutos de *S. eleagnifolium* en larvas de *T. castaneum* y en adultos de *T. castaneum* y de *S. oryzae*.

Los extractos evaluados redujeron de manera significativa la tasa de crecimiento relativa, la tasa de consumo relativa y la eficiencia de conversión del alimento ingerido. El extracto de hojas produjo un alto índice antialimentario en larvas de *T. castaneum* y en adultos de *S. oryzae*, en cambio el extracto de frutos produjo efecto fagodisuasivo solo en adultos de *T. castaneum* y de *S. oryzae*.

La eficiencia de conversión del alimento ingerido (ECAI%) es una medida general para evaluar la habilidad que tiene un insecto para utilizar el alimento ingerido en pro de su crecimiento, por lo que un descenso de este índice indica que la mayor parte del alimento se está metabolizando para generar energía

y que la menor parte se está transformando en masa corporal (crecimiento). Los valores descendentes de la ECAI% indican que el alimento ingerido produce una posible toxicidad (Liu *et al.*, 2002; Koul *et al.*, 2003; Pavela *et al.*, 2008).

En base a lo anteriormente citado, en larvas de *T. castaneum* el extracto etanólico de hojas de *S. eleagnifolium* produjo una disminución del crecimiento debido a una posible toxicidad post-ingesta (disminución de la ECAI%). Sin embargo, en adultos de ambas especies los extractos polares generaron no sólo una toxicidad post-ingesta, sino que también produjeron un efecto sobre el comportamiento al ser fagodisuasivos.

La posible toxicidad post ingesta podría deberse a un aumento en el Ph intestinal luego de la ingesta (Chown y Nicholson, 2004) y/o a posibles inhibiciones sobre las enzimas digestivas que podrían ser atribuidas a efectos citotóxicos sobre el epitelio intestinal (Jbilou *et al.*, 2008). Por otra parte, la actividad fagodisuasiva estaría asociada a los efectos de estos extractos sobre los quimiorreceptores del aparato bucal de estos insectos (Koul, 2005).

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, los extractos polares de hojas y de frutos de *S. eleagnifolium* podrían ser usados como antialimentarios dentro de un

manejo integrado de plagas para disminuir la población de *T. castaneum* y de *S. oryzae*.

## REFERENCIAS

- ATHANASSIOU, C.G., N.G. KAVALLIERATOS, B.J. VAYIAS, C.B. DIMIZAS, A. S. PAPAGREGORIOU Y C. TH. BUCHELOS. 2004. Residual toxicity of beta cyfluthrin, alpha cypermethrin and deltamethrin against *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat. *Applied Entomology and Zoology* 39: 195-202.
- ATHANASSIOU, C.G., B.J. VAYIAS, C.B. DIMIZAS, N.G. KAVALLIERATOS, A.S. PAPAGREGORIOU Y C. TH. BUCHELOS. 2005. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. *Journal of Stored Products Research* 41: 47-55.
- BOYD, J.W. Y D.S. MURRAY. 1982. Effects of shade on silver-leaf nightshade (*Solanum eleagnifolium*). *Weed Science* 30: 264-269.
- CHOWN, S. Y S. NICHOLSON. 2004. *Insect Physiological Ecology. Mechanisms and Patterns*. Oxford University Press, USA. 254 pp.
- DESCAMPS, L.R., N. STEFANAZZI, C. SANCHEZ CHOPA Y A.A. FERRERO. 2008. Actividad biológica de extractos vegetales de *Schinus molle* var. *Areira* (Anacardiaceae) en *Tribolium castaneum* herbst. (Insecta, Coleoptera Tenebrionidae). plaga de grano almacenado. *Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas* 34: 595-605.
- FAO. 1974. *Boletín Fitosanitario de la FAO. Método provisional para gorgojos adultos importantes en cereales almacenados con malatión o lindano. Método N°15*. FAO, 22: 127-137.
- HAN, M.K., S.I. KIM Y Y.J. AHN. 2006. Insecticidal and antifeedant activities of medicinal plant extracts against *Attageus unicolor japonicus* (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Products Research* 42:15-22.
- HUANG, Y., S.H. HO, H.C. LEE Y Y.L. YAP. 2002. Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research* 38: 403-412.
- INFOSTAT. 2006. *InfoStat versión 2006*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- ISMAN, M. 2002. *Insect Antifeedants*. *Pesticide Outlook*, 152-157.
- JBLEOU, R., H. AMRI, N. BOUAYAD, N. GHAILANI, A. ENNABILI Y F. SAYAH. 2008. Insecticidal effects of extracts of seven plant species on larval development,  $\alpha$ -amylase activity and offspring production of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae). *Bioresource Technology* 99(5): 959; 964.
- KOUL, O., W.M. DANIEWSKI, J.S. MULTANI, M. GUMULKA Y G. SINGH. 2003. Antifeedant Effects of the Limonoids from *Entandrophragma candolei* (Meliaceae) on the Gram Pod Borer, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 7271-7275.
- KOUL, O. 2005. *Insect Antifeedants*. CRC Press LLC. USA. 559 pp.
- LIT, Z.L., Y.J. XU, J. WU., S.H. GOH Y S.H. HO. 2002. Feeding Deterrents from *Dictamnus dasycarpus* Turcz Against Two Stored-Product Insects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(6): 1447-1450.
- MKULA, P.N. 2006. Allelopathic interference of silverleaf nightshade (*Solanum eleagnifolium* Cav.) with the early growth of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Thesis MSc (Agric) Agronomy: Weed Science, Department of Plant Production and Soil Science, University of Pretoria, Pretoria. 112 pp.
- MONDAL, M. Y M. KHALEQUZZAMAN. 2009. Ovicidal activity of essential oils against red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Biosciences* 17: 57-62.
- NOVO, R. J., A. VIGLIANCO Y M. NASSETTA. 1997. Actividad repelente de diferentes extractos vegetales sobre *Tribolium castaneum* (Herbst). *Agriscientia XIV*: 31-36.
- OMAR, S., M. MARCOTTE, P. FIELDS, P.E. SÁNCHEZ, L. POVEDA, R. MATA, A. JIMÉNEZ, T. DURST, J. ZHANG, S. MACKINNON, D. LEAMAN, J.T. ARNASON Y B.J.R. PHILOGENE. 2007. Antifeedant activities of terpenoids isolated from tropical Rutales. *Journal of Stored Products Research* 43: 92-96.
- PAPACHRISTOS, D.P. Y D.C. STAMOPOULOS. 2002. Toxicity of vapours of three essential oils to the immature stages of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 38: 365-373.
- PAYELA, R., N. VRCHOTOVÁ Y B. ŠERÁ. 2008. Growth inhibitory effect of extracts from *Reynoutria* sp. plants against *Spodoptera littoralis* larvae. *Agrociencia* 42: 573-584.
- PUNGITORE, C.R., M. GARCÍA, J.C. GIANELLO, M.E. SOSA Y C.E. TONNI. 2005. Insecticidal and antifeedant effects of *Juniella aspera* (Verbenaceae) triterpenes and derivatives on *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research* 41: 433-443.
- REED, C. R. 2006. *Managing stored grain to pre quality and value*. 1° Ed. AACC International, St. Paul, USA. 235 pp.
- ROZMAN, V., I. KALINOVIC Y Z. KORUNIC. 2007. Toxicity of naturally occurring compounds of Lamiaceae and Lauraceae to three stored-product insects. *Journal of Stored Products Research* 43: 349-355.
- SÁNCHEZ CHOPA, C. 2009. *Schinus molle* var. *areira* y *Solanum eleagnifolium*, nuevas alternativas botánicas para el control de *Blattella germanica*, insecto plaga de importancia en la salud humana. Tesis presentada para optar al título de Doctor en Biología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. 183 pp.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTOS. 2012. <http://www.sagpya.meccon.gov.ar/new/0-0/nuevositio/agricultura>.
- SHEPPARD, A.W., R.H. SHAW Y R. SFORZA. 2006. Top 20 environmental weeds for classical biological control in Europe: a review of opportunities, regulations and other barriers to adoption. *Weed Research* 46: 93-117.
- SHOLEDICE, F. Y M. RENZ. 2006. *Silverleaf Nightshade. O & T Guide W- 15*, Cooperative Extension Service, College of Agriculture and Home Economics, Las Cruces, Nuevo Méjico. 2 pp.
- STADLER, T., B. SUBRAMANJAM Y A.A. FERRERO. 2003. Monitoring for insecticide resistance in major stored product pests in Argentina: a review. *Agriscientia XX*: 99-110.
- SU, T. Y M.S. MULLA. 1998. Antifeedancy of Neem Products Containing Azadirachtin against *Culex tarsalis* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Vector Ecology* 23(2): 114-122.
- VIALE, J. A. 1995. *Conservación de granos en silos-chacra. Información para la extensión N° 26*. INTA Marcos Juárez. 9 pp.