

## ***Picrasma crenata* Vell.: su acción por contacto, ingesta y como regulador de crecimiento sobre plagas de granos almacenados**

Silvia M. Rodríguez<sup>1\*</sup>, Paola I. Carrizo<sup>1</sup>, Marisa Regonat<sup>1</sup>, Paulina Hendrich<sup>1</sup>, Guillermo Heit<sup>1</sup>, Adolfo M. Márquez<sup>2</sup>, Marcelo L. Wagner<sup>2</sup> y Alberto A. Gurni<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Zoología Agrícola. Departamento de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453 (1417). Buenos Aires. República Argentina.

<sup>2</sup> Cátedra de Farmacobotánica. Departamento de Farmacología. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires. Junín 956, 4º piso (1113). Buenos Aires. República Argentina.

\* Autor a quien dirigir la correspondencia: silro@agro.uba.ar

### **Resumen**

En condiciones controladas de laboratorio se evaluó el efecto de los extractos de acetato de etilo, acetona y etanol de *Picrasma crenata* (palo amargo) en la mortalidad por contacto en adultos de *Sitophilus oryzae* (L.), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) y *Tribolium castaneum* (Herbst), mediante topicación en el abdomen. En *T. castaneum* se midió además, el efecto por alimentación producido por dos dosis diferentes, en la mortalidad de los adultos y en la duración de los estados inmaduros. Para estos últimos se consideró el efecto de los reguladores del crecimiento Linurón y Novalurón como base de comparación. Las observaciones para mortalidad se consideraron hasta los 30 días desde el tratamiento. Las pruebas por alimentación fueron realizadas mezclando los extractos en polvo con la dieta base. Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza. La mortalidad acumulada por contacto en adultos de *S. oryzae*, fue de 50% para los extractos de acetato de etilo y acetona, sin efecto significativo por ninguno de los extractos en las otras dos especies. La mortalidad acumulada por alimentación con dieta y extractos sobre adultos de *T. castaneum* fue de 90% para la dosis más alta del extracto de etanol, 70% para la dosis más alta del extracto de acetona y 40% para la dosis más alta del extracto de acetato de etilo. La duración de sus etapas inmaduras fue afectada de modo significativo por todos los extractos, y el efecto del de acetato de etilo fue el más eficaz y semejante al producido por los reguladores de crecimiento.

## ***Picrasma crenata* Vell.: Its action by contact, feed and as a regulator of growth on three stored grain pests**

### **Summary**

The mortality produced by contact of extracts of ethyl acetate, acetone and ethanol, obtained from *Picrasma crenata* (bitter stick), on *Sitophilus oryzae* (L.), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst) adults, by means of topic apply on their abdominal sternum was evaluated in a controlled environment. For *T. castaneum*, was also measured the effect by feed of two different doses of the same extracts, considering mortality on adults and disturbing on immature development. We expected to compare them with those

**Palabras clave:** *Picrasma crenata* - *Sitophilus oryzae* - *Oryzaephilus surinamensis* - *Tribolium castaneum* - Lufenurón y Novalurón.  
**Key words:** *Picrasma crenata* - *Sitophilus oryzae* - *Oryzaephilus surinamensis* - *Tribolium castaneum* - Lufenuron and Novaluron.

disturbing produced by both growth regulators, Novaluron and Lufenuron. Data collection for mortality were performed up to thirty days since the beginning. Feed tests by adding the extracts (powder) to diet have been performed. All results have been analyzed by means of variance analysis. Mortality for contact tests in the last day were 50% for *S. oryzae* adults treated with ethyl acetate and acetone extracts, with almost negligible effects for all extracts on the other species. Accumulated mortality produced on *T. castaneum* adults, considering the highest doses in feed assays, were 90% for ethanol extract, 70% for acetone extract, and 40% for ethyl acetate extract. Immature stages were shorter for all extracts but ethyl acetate best mirrored the effect of growth regulators.

## Introducción

Una quinta parte de la producción mundial anual de granos es dañada durante su almacenaje por insectos y enfermedades (Bergvinson y García Lara, 2004) que ocasionan pérdidas físicas y disminuyen su calidad; desmejoran su aspecto, olor, color o sabor y, en consecuencia, los tornan inaceptables para el consumo (Saini y Rodríguez, 2004). Además, elevan la temperatura del grano, diseminan esporas de hongos y dañan el material de empaque y las estructuras de las bodegas (García y Donadei, 2004). La mayor parte de estas pérdidas son producidas por Coleópteros (Hinton, 1945), en forma de plagas de infestación primaria (*Sitophilus oryzae* L., Coleoptera: Curculionidae) o secundaria (*Tribolium castaneum* Herbst, Coleoptera: Tenebrionidae y *Oryzaephilus surinamensis* (L), Coleoptera: Silvanidae).

El control convencional consiste en la limpieza y la desinfección de las instalaciones (acopio, transporte y envases). Los tratamientos preventivos o protectores, con aplicación de plaguicidas residuales, son eficaces en ausencia de ataque o con daño mínimo, mientras que los tratamientos curativos se aplican ante la presencia evidente de la plaga. Ambos controlan la infestación rápidamente, pero no protegen contra la reinfestación (Yanucci y col., 2001). El abuso de productos químicos puede generar resistencia y resurgencia de las plagas, contaminar el ambiente e intoxicar a los consumidores (Alonso y col., 1996), como el bromuro de metilo que puede dejar residuos de bromo tóxico, aun después de la ventilación.

Los insecticidas naturales u orgánicos, a base de extractos de plantas, se presentan como una alternativa más compatible con todas las formas de vida. Proviene de los metabolitos secundarios, inicialmente considerados productos de deshecho, cuando

se desconocía su función específica (Salisbury y Ross, 1991). Hoy se conoce su papel ecológico, que le confiere una ventaja adaptativa a las plantas; estos *aleloquímicos* son responsables de los mecanismos de defensa frente a la herbivoría, actúan como reserva, facilitan la polinización o impiden la germinación de semillas de su propia especie o de otras (Hedin, 1982; Turk y Tawaha, 2003). Esta función alelopática ha sido atribuida a flavonoides, alcaloides, fenoles, terpenos, compuestos nitrogenados y poliacetilenos (Withaker y Feeny, 1971; Panizzi y Parra, 1991).

Los terpenos son funcionalmente diversos, tienen acción hormonal (giberelinas y ácido abscísico), estructural (fitoesteroles) y fotosintética (carotenoides) (Theis, 2003). Los mono y sesquiterpenos causan neurotoxicidad en los insectos, actúan en la inhibición de la actividad de la acetilcolinesterasa (García y Donadei, 2004). Los triterpenos tienen efecto tóxico cuando se aplican por topicación sobre la cutícula de los insectos (Tripathi y col., 2003; Pungitore, 2005). Asimismo, los sesquiterpenos pueden presentar una estructura acíclica o mono-, bi-, tri- y tetracíclica. Los acíclicos como el metil farnesoato presentan una estructura similar a la hormona juvenil de los insectos que regula la metamorfosis y la reproducción (Hornby y col., 2001).

Se comprobó asimismo, la acción por ingesta sobre *T. castaneum* de los monoterpenos eucaliptol y limoneno (Prates y Santos, 1998). Los aceites esenciales de las hojas de *Eucalyptus saligna* Sm. (Myrtaceae) y *Cupressus sempervirens* L. (Cupressaceae) sobre *Sitophilus zeamais* y *Tribolium confusum* redujeron la progenie F1 y la pérdida del peso del grano (Tapondjou y col., 2005). El aceite esencial extraído de *Evodia rutaecarpa* Hook f. et Thomas (Rutaceae) redujo el ritmo de crecimiento de larvas de *T. castaneum*, y adultos de *S. zeamais*, por la disuasión de su alimentación (Liu y Ho, 1999).

La mayoría de los compuestos probados con fines de protección vegetal exhiben un efecto insectistático, perturban el desarrollo normal de los insectos, mientras que unos pocos tienen efecto insecticida (piretrinas, nicotina y rotenona). Estos compuestos naturales son principalmente repelentes, disuasivos de la alimentación u oviposición, y reguladores del crecimiento; por lo tanto, su acción sería más preventiva que curativa (García y Donadei, 2004).

Las Simaroubaceae presentan sustancias amargas en los diferentes órganos, con propiedades medicinales y acción insecticida (Koike y Ohmoto, 1988; Krebs y col., 2001). Se han aislado alrededor de 48 alcaloides y 12 quasinoídes, algunos con actividad antifúngica (Ishii y col., 1991). *P. crenata* (Vell.) Eng., que habita a la vera de los cursos de agua en los bosques de la provincia de Misiones, en la Argentina (Spegazzini, 1917; Vitagliano y Comin, 1971), está estrechamente emparentado con otras Simaroubaceae más estudiadas, como *Picrasma excelsa* Planch. y *Quassia amara* L. (Mambelli y col., 1994), y cuyos extractos han sido probados para el control de *S. granarius*, *T. confusum* y *Trogoderma granarium* (Szafranski y col., 1993).

El leño de *P. crenata* se usa en la Argentina en la terapia de la pediculosis y de problemas intestinales; por otra parte, se están estudiando sus propiedades antivirales. Contiene sesquiterpenos, como quasina, neoquasina y picrasmina (cuasinoídes), potencial como insecticida natural (Márquez y col., 1999).

El objetivo de estas experiencias fue observar la acción de extractos de *P. crenata* por contacto, por ingesta y, como regulador de crecimiento sobre las plagas de granos almacenados.

## Materiales y métodos

### Insectos

Los individuos correspondieron a cohortes homogéneas de cepas de la Cátedra de Zoología Agrícola de la Facultad de Agronomía (UBA), criadas en recipientes de vidrio y en condiciones controladas de temperatura ( $28 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ ) y humedad relativa (60%). *T. castaneum* y *O. surinamensis* fueron alimentadas con harina de trigo 000, almidón de maíz y levadura (10:10:1,5) (dieta base) y, *S. oryzae*, con granos de trigo enteros.

### Material vegetal

El leño de *P. crenata* fue provisto por la empresa "Platarío S. A.", proveniente de plantaciones comerciales en Apóstol (Pcia. de Misiones). En el Museo de Farmacobotánica "Juan A. Domínguez" de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA) -Colección BAF de drogas vegetales- se encuentra depositada una muestra del material.

### Obtención de los extractos

Se tomaron 100 g de "palo amargo" finamente molido y se realizaron maceraciones sucesivas con éter de petróleo, diclorometano, acetato de etilo, acetona, metanol y etanol. Se dejaron macerar con cada solvente, en 200 ml durante 48 h, en dos extracciones sucesivas que posteriormente fueron reunidas (volumen total 400 ml) y ese volumen se llevó a sequedad con evaporador rotatorio. Como adsorbente se agregó 2 g de manitol. En este trabajo se emplearon las fracciones correspondientes al acetato de etilo, acetona y etanol (Figura 1).

Figura 1.- Obtención de los extractos



### Control de calidad

Para determinar la presencia de cuasinoídes en los extractos se realizaron cromatografías líquidas de alta resolución (HPLC), utilizando columna LiChroCart 250-4 RP-18 (5 ml); la fase móvil fue ácido ortofosfórico 0,02 molar-metanol-acetonitrilo (50:35:15) y la detección se realizó a 257 nm en un espectrofotómetro UV/visible (Robins y Rhodes, 1984). El tiempo de retención

de la cuasina fue de 15 min y de la neocuasina, 20 min.

### Bioensayo

*Experiencia 1.* Mortalidad de individuos adultos de *T. castaneum* por la ingesta de extractos de *P. crenata*

La unidad experimental fue el frasco de vidrio de 3 cm de diámetro por 5 cm de altura en un diseño completamente al azar con 5 repeticiones por tratamiento ( $n = 5$  con 10 individuos c/u) donde cada individuo correspondió a un adulto. Los frascos fueron mantenidos en las condiciones ambientales de la cría y se colocaron 2 g de dieta base y la dosis del extracto (polvo) en cada uno. Tratamientos:  $T_0$  testigo (dieta base),  $T_1$  extracto de acetato de etilo 0,15 g,  $T_2$  extracto de acetato de etilo 0,20 g,  $T_3$  extracto de acetona 0,15 g,  $T_4$  extracto de acetona 0,20 g,  $T_5$  extracto de etanol 0,15 g,  $T_6$  extracto de etanol 0,20 g.

Se registró la mortalidad en 10 observaciones; la primera, a las 24 horas y las restantes, a intervalos fijos de 3 días. El análisis estadístico fue separado por extracto, mediante ANOVA de 2 vías (dosis y momento de observación) y Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) (Figura 2).

*Experiencia 2.* Duración de los estados juveniles de *T. castaneum*, por efecto de los extractos de *P. crenata* sobre la ingesta y su relación con los reguladores de crecimiento

La unidad experimental fue el frasco de vidrio de 3 cm de diámetro por 5 cm de altura en un diseño completamente al azar con 10 repeticiones por tratamiento ( $n = 10$  con 1 individuo c/u) y cada individuo correspondió a una larva neonata. Los frascos fueron mantenidos en las condiciones ambientales de la cría y, se colocaron 2 g de dieta base y la dosis del extracto (polvo) en cada uno. Los tratamientos fueron:  $T_0$  testigo (dieta base),  $T_1$  extracto de acetato de etilo 0,15 g,  $T_2$  extracto de acetato de etilo 0,20 g,  $T_3$  extracto de acetona 0,15 g,  $T_4$  extracto de acetona 0,20 g,  $T_5$  extracto de etanol 0,15 g,  $T_6$  extracto de etanol 0,20 g,  $T_7$  Novalurón (10 % EC) 1cm<sup>3</sup>/l y  $T_8$  Lufenurón (5% EC) 1cm<sup>3</sup>/l.

Se registró en días la duración de los estados: larval y pupal, a intervalos de 4 días, hasta que las larvas del testigo alcanzaron el estado adulto. El análisis estadístico fue separado por estado, mediante la prueba no paramétrica de Kuskal Wallis ( $\alpha = 0,05$ ) y comparación de rangos a posteriori.

**Figura 2.-** Ensayo de ingesta



*Experiencia 3.* Mortalidad por topicación de los adultos de *T. castaneum*, *S. oryzae* y *O. surinamensis* con los extractos de *P. crenata*

La unidad experimental fue la caja de petri de 90 mm de diámetro, con un papel de filtro en la base, en un diseño al azar con 5 repeticiones por tratamiento ( $n = 5$  con 10 individuos) donde cada individuo correspondió a un adulto.

Se efectuó una aplicación tópica sobre la región ventral de los últimos urosternitos, con 0,4  $\mu$ l de cada una de las diluciones, mediante una microjeringa Hamilton de 10,0  $\mu$ l. Los tratamientos fueron:  $T_0$  testigo,  $T_1$  extracto de acetato de etilo: 0,30 g/ml,  $T_2$  extracto de acetona: 0,25 g/ml,  $T_3$  extracto de etanol: 0,30 g/ml. Las concentraciones fueron seleccionadas a partir de experiencias previas (Rodríguez y col., 2008) (Figura 3).

Se registró la mortalidad; se realizaron, la primera observación a los 30 min, la segunda, a las 6 horas y las siguientes, a intervalos de 6 horas hasta completar 48 horas. El análisis estadístico fue llevado a cabo en forma separada para cada especie de insecto. Para ello, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis ( $\alpha = 0,05$ ) y comparación de rangos a posteriori, para cada momento de observación.

**Figura 3.-** Ensayo de topicación



## Resultados y discusión

*Experiencia 1.* Mortalidad de individuos adultos de *T. castaneum* por la ingesta de extractos de *P. crenata*

Extracto de etanol

Se obtuvieron diferencias significativas respecto del testigo, pero no entre las dosis 1 y 2, que produjeron una mortalidad acumulada de 70% y 90%, respectivamente (Gráfico 1).

Extracto de acetato de etilo

Se obtuvieron diferencias significativas solo entre el testigo y las dosis, aunque no entre ellas. Las dosis 1 y 2 alcanzaron una mortalidad acumulada de 30 y 40%, respectivamente (Gráfico 2).

Extracto de acetona

Se obtuvieron diferencias significativas entre el testigo y el tratamiento y, a partir del sexto día, la mortalidad acumulada para la dosis 1 (40%) y la dosis 2 (70%) se hallaron solapadas con el testigo (Gráfico 3).

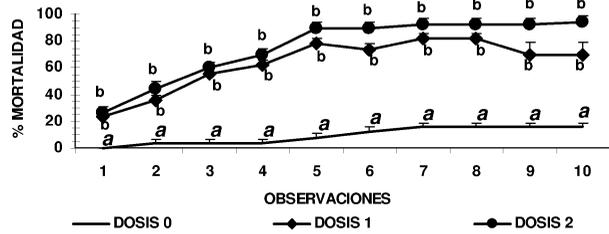
De los tres extractos probados el etanol fue el más eficiente, seguido por el extracto de acetona y de acetato de etilo; sin embargo, en general produjeron una mortalidad relativamente baja para ser empleados comercialmente. Podrían contribuir a incrementar el efecto de un insecticida convencional aplicado a una dosis inferior a la regular de marbete; en consecuencia, se reduciría de modo indirecto la contaminación por residuos.

*Experiencia 2.* Duración de los estados juveniles de *T. castaneum*, por efecto de los extractos de *P. crenata* sobre la ingesta y su relación con los reguladores de crecimiento

Los ensayos tuvieron como protagonista principal a *T. castaneum*, no solo por su importancia económica sino por su carácter de plaga de infestación secundaria. Ello implica que ataca granos quebrados y productos de la molienda y, de tal modo, está expuesto durante todas las etapas de su desarrollo. Por el contrario, *S. oryzae* es una plaga de infestación primaria, cumple todo su ciclo hasta adulto en el interior del grano; por consiguiente, no hay posibilidad de acceder a sus etapas inmaduras mediante un tratamiento (Saini y Rodríguez, 2004). Por esa razón, esta especie fue excluida de los ensayos con reguladores.

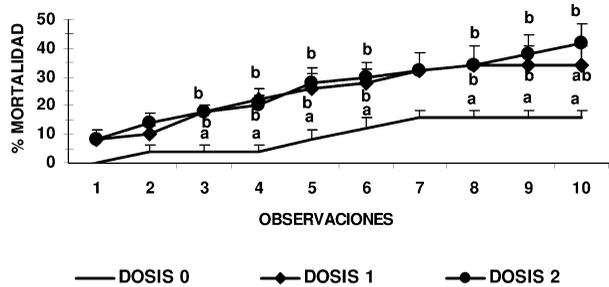
En la duración del período larval se obtuvieron diferencias significativas para la acción de los

**Gráfico 1.-** Mortalidad de los adultos de *T. castaneum* por los extractos de etanol de *P. crenata*



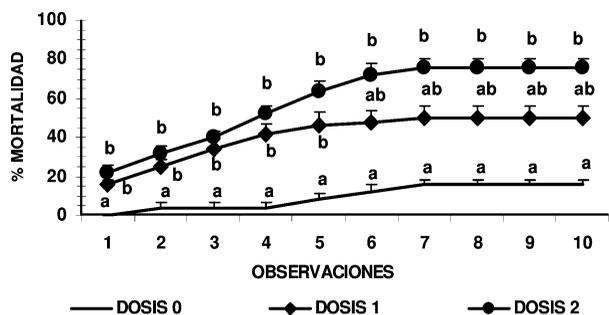
Letras diferentes implican diferencias significativas, para la prueba de comparación de Tukey. Las barras corresponden al error estándar.

**Gráfico 2.-** Mortalidad de los adultos de *T. castaneum* por los extractos de acetato de etilo de *P. crenata*



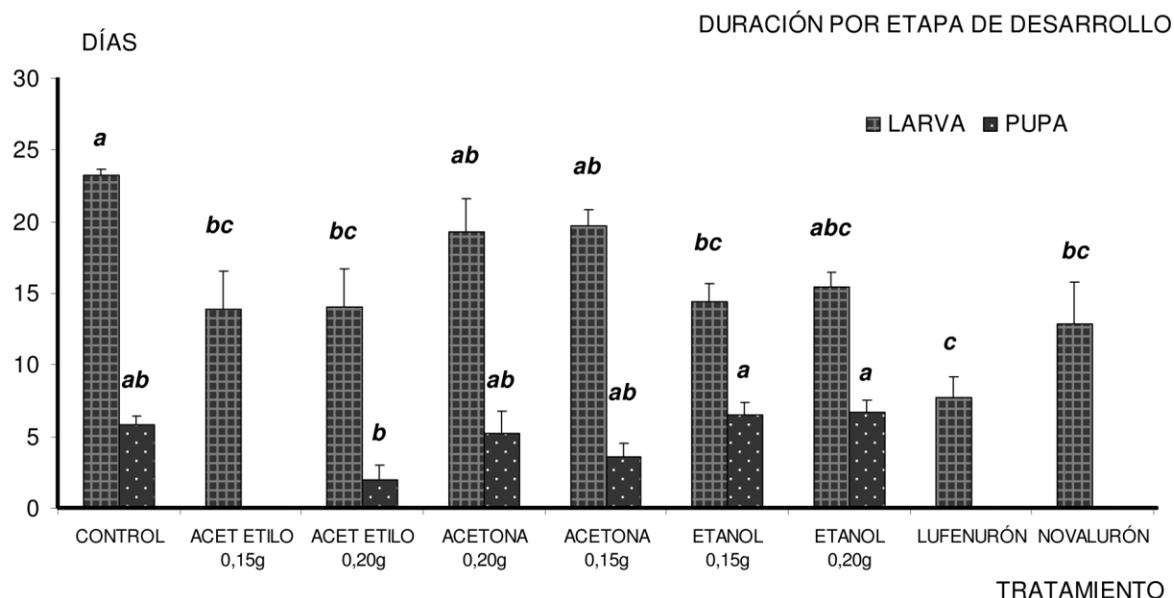
Letras diferentes implican diferencias significativas, para la prueba de comparación de Tukey. Las barras señalan el error estándar.

**Gráfico 3.-** Mortalidad de los adultos de *T. castaneum* por los extractos de acetona de *P. crenata*. Efecto de los extractos de acetona sobre los adultos



Letras diferentes implican diferencias significativas, para la prueba de comparación de Tukey. Las barras señalan el error estándar.

**Gráfico 4.-** Duración del período larval y pupal de *T. castaneum* en relación con el efecto de los reguladores de crecimiento, Lufenurón y Novalurón



Letras diferentes implican diferencias significativas para la prueba a posteriori, dentro de cada estado ( $\alpha = 0,05$ ). Las barras señalan el error estándar.

extractos respecto al control; la respuesta varió según los extractos y las dosis. En el gráfico 4 se aprecia que el efecto fue comparable aunque no equivalente al de los reguladores de crecimiento, en los cuales las larvas no completaron el desarrollo pupal (en consecuencia, no se tienen datos). La mejor respuesta se observó para el extracto de acetato de etilo (ambas dosis).

En el mismo gráfico se observa que los individuos del tratamiento con extracto de acetato de etilo a una dosis inferior no pudieron completar su desarrollo larval y, en cambio, para la dosis superior, se obtuvieron pupas. La duración de la etapa fue la menor de todos los extractos y dosis, y fue la que estuvo más próxima al resultado de los reguladores comerciales.

*Experiencia 3.* Mortalidad por topicación de los adultos de *S. oryzae*, *T. castaneum* y *O. surinamensis* con los extractos de *P. crenata*

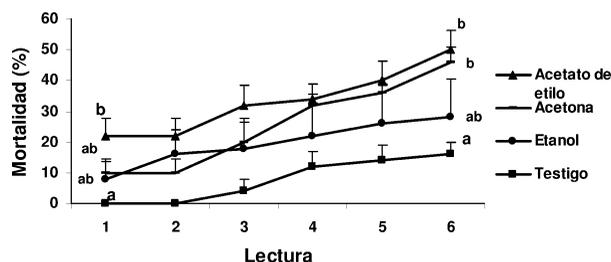
Para *S. oryzae*, en la primera observación se obtuvieron diferencias significativas en la mortalidad producida por el extracto de acetato de etilo respecto al testigo. Para la última observación, se obtuvieron diferencias para el mismo extracto, su resultado (cerca del 50%) no se diferenció del obtenido para

el extracto de acetona. La mortalidad acumulada no fue diferente entre el extracto de etanol y el testigo (Gráfico 5). En el caso de *T. castaneum* y *O. surinamensis*, la mortalidad acumulada no fue significativamente diferente para ninguno de los extractos, entre sí o respecto al testigo (Gráficos 6 y 7). Rodríguez y col. (2008) demostraron el alto efecto de los extractos de acetato de etilo y acetona al actuar por contacto sobre *S. oryzae*, por medio del método del film. En esta experiencia, con dosis bajas del extracto de acetato de etilo se observó el poder de volteo y la alta mortalidad producida por ambos extractos.

Todos los extractos de *P. crenata* probados sobre *T. castaneum* no produjeron una mortalidad significativa, aunque según Pungitore y col., (2005) los triterpenos evaluados sobre *T. castaneum* actuaron como tóxicos agudos cuando se aplicaron por topicación.

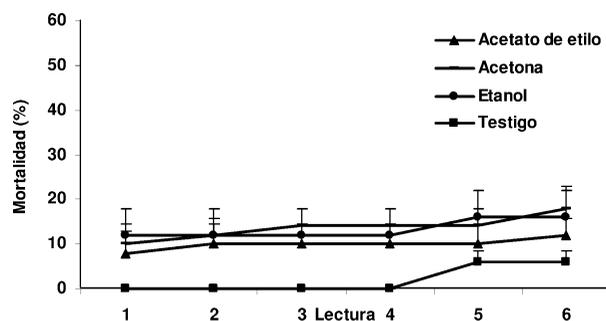
Por otro lado, Liu y Ho (1999) observaron la actividad de los aceites esenciales de *Evodia rutacaerpa* aplicados por topicación sobre adultos de *S. zeamais* y *T. castaneum*. *S. zeamais* fue más susceptible que *T. castaneum*; estos resultados coinciden con los resultados expresados en este trabajo con relación al efecto de *P. crenata* sobre cada

**Gráfico 5.-** Mortalidad de *S. oryzae* por efecto de la topicación con extractos de *P. crenata*



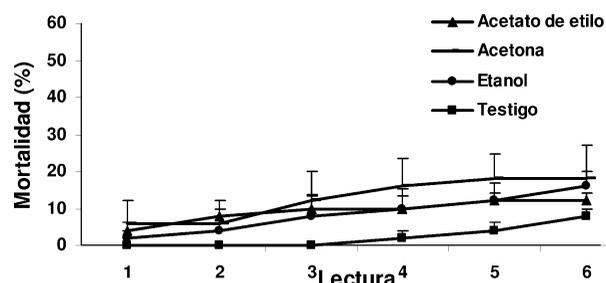
Letras diferentes implican diferencias significativas para la prueba a posteriori, en cada fecha ( $\alpha = 0,05$ ). Las barras señalan el error estándar.

**Gráfico 6.-** Mortalidad de *T. castaneum* por efecto de la topicación con extractos de *P. crenata*



Letras diferentes implican diferencias significativas para la prueba a posteriori, dentro de fecha ( $\alpha = 0,05$ ). Las barras señalan el error estándar.

**Gráfico 7.-** Mortalidad de *O. surinamensis* por efecto de la topicación con extractos de *P. crenata*



Letras diferentes implican diferencias significativas para la prueba de rangos, dentro de fecha ( $\alpha = 0,05$ ). Las barras señalan el error estándar.

una de las especies en estudio. La especie del género *Sitophilus* tuvo mayor respuesta al producto que *O. surinamensis* y *T. castaneum*.

## Conclusiones

En las experiencias donde se observó la acción de los extractos de *P. crenata* por ingesta, se evidenció el efecto del extracto de etanol sobre los adultos de *T. castaneum*, que produjeron una alta mortalidad. Asimismo, se observó su efecto sobre los períodos larval y pupal; en el primer caso se alarga, y su comportamiento podría ser similar al de los reguladores de crecimiento. En el estado pupal la mortalidad fue alta, y se manifestó a través del número de individuos que llegan a adulto. La acción por contacto de los extractos de “palo amargo” fue escasa.

## Referencias bibliográficas

- Alonso, A.; Calderini, D.F.; Cantamutto, M.A.; Carmona, M.; Chiara, G.; Di Nápoli, M.; Duarte, G.; Estensoro, M.; Frascina, J.; Gallez, E.L.; Gallo Candolo, E.G.; Montaner, J.G.; Grosse, R.; Maluf, J.E.L.; Lamédica, C.; Leaden, M.; Maddoni, G.A.; Peck, R.M.; Miralles, D. J.; Miravalles, M.T.; Mockel, F.; Nisi, J.; Vila, J.M.O.; Permingeat, O.; Pozzi, R.; Santamarina, A.; Savin, R.; Slafer, G.A.; Tombetta, E. y Zorraquín, T. (1996). *Cuadernillo de Actualización Técnica N° 56*, Área de comunicaciones AACREA, 10: 87/89.
- Bergvinson, D. and García Lara, S. (2004). “Genetic approaches to reducing losses of stored grain to insects and diseases”. *Current Opinion in Plant Biology* 7(4): 480-485.
- García, M. and Donadei, O. (2004). “Toxic and repellent effects of *Baccharis salicifolia* essential oil on *Tribolium castaneum*”. *Pest management science* 61(6): 612-618.
- Hedin, P.A. (1982). “New concept and Trends in Pesticide”. *Chemistry Journal of Agriculture and Food Chemistry* 30(2): 201-215.
- Hornby, J. M.; Jensen, E.C.; Lisek, A.D.; Tasto, J.J.; Jahnke, B.; Shoemaker, R.; Dussault, P. and Nickerson, K.W. (2001). “Quorum sensing in the dimorphic fungus *Candida albicans* is mediated by farnesol”. *Appl. Environ. Microbiol.* 67: 2982-2992.

- Ishii, K.; Koike, K. and Ohmoto, T. (1999). "Javanicinosides D-H, Quassinoid glucosides from *Picrasma javanica*". *Phytochemistry* 30(12): 4099-4103.
- Krebs, H.C.; Schilling, P.J.; Wartchow, R. and Bolte, M. (2001). "Quassinoids and other Constituents from *Picrasma crenata*". *Z. Naturforsch.* 56b: 315-318.
- Koike, K. and Ohmoto, T. (1988). "Picrasidine-U, Dimeric alkaloid from *Picrasma quassioides*". *Phytochemistry* 27(9): 3029-3030.
- Liu, Z.L and Ho, S.H. (1999). "Bioactivity of the essential oil extracted from *Evodia rutaecarpa* (Hook f. et Thomas) against the grain storage insects, *Sitophilus zeamais* (Motsch). and *Tribolium castaneum* (Herbst)". *Journal of Stored Products Research* 35(4): 317-328.
- Mambelli, P.; Marchini, B.; Bazzocchi, C.; Pari, P. e Tellarini, S. (1994). "El valutazioni preliminari sull'ottimizzazione delle modalità d'uso del legno quassio (*Quassia amara* L.; *Picrasma excelsa* (Swz.) Lindl. Quale insecticida biológico". *El Atti Convegno Internazionale: "Coltivazione el e miglioramento di piante officinali"*, Pari Ministerio Agricoltura e Foresta, Trento, Italia, 2-3 giugno.
- Márquez, A.; Borri, K.; Dobrecky, J.; Gurni, A.A. and Wagner, M.L. (1999). "New aspects in quality control of 'Palo Amargo' (*Aeschrium crenata* Vell. -Simaroubaceae-)". *Acta Hort.* 503: 111-115.
- Panizzi, A.R. y Parra J.R.P. (1991). "Ecología nutricional de insectos e suas implicacoes no manejo de pragas", Editora Manole LTDA, San Pablo, 316 pp.
- Pungitore, C. R.; García, C. R.; Gianello, J. C.; Tomm, C.E. and Sosa, M. E. (2005). "Lethal and sublethal effects of triterpenes from *Junellia aspera* (Verbenaceae) on the grain storage insect *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae)". *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 64 (1-2): 45-51.
- Prates, H.T. and Santos, J.P. (1998). "Insecticidal Activity of Monoterpenes Against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst)". *Journal of Stored Products Research* 34(4): 243-249.
- Rodríguez, S.M; Moreira, M.I; Giménez, R.A.; Russo, S. y Wagner, M.L. (2008). "Respuesta del gorgojo del arroz *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera, Curculionidae) a la aplicación de extractos de palo amargo (*Picrasma crenata* (Vell.) Engl. -Simaroubaceae-: Fracción acetato de etilo y acetona" *Dominguezia* 24(2): 95-101.
- Saini, E. y Rodríguez, S.M. (2004). "Insectos perjudiciales a los productos almacenados". *Publicación del Instituto de Microbiología y Zoolo-gía Agrícola- N° 7*, INTA, Buenos Aires, 56 pp.
- Salisbury, F.B. y Ross, C.W. (1991). "Fisiología vegetal". Grupo Editorial Ibero América, Buenos Aires, 759 pp.
- Sneider-Orelli, O. (1947). "Entomologisches praktikum", H.R. Sauerlander, Aarau, Switzerland, 237 pp.
- Spegazzini, C. (1917). "Ramillete de plantas argentinas nuevas e interesantes". *Physis* 43(3): 173-174.
- Szafanski, F.; Bloszyk, E. and Drozd, B. (1993). "Deterrent activity of African plant extracts against selected stored product insect pest". *Acta-Horticulturae* 331: 319-324.
- Tapondjou, A.L.; Adler, C.; Fontem, D.A.; Bouda H. and Reichmuth C. (2005). "Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* and *Tribolium confusum*". *Journal of Stored Products Research* 41(1): 91-10.
- Theis, N. and Lerdau, M. (2003). "The evolution of function in plant secondary metabolites". *Int. J. Plant Sci.* 164(3): S93-S102.
- Tripathi, A.K., Prajapati, V.; Preet, S.; Khanuja, S. and Kumar, S. (2003). "Effect of d-limonene on three species of stored-product beetles". *J. Econ. Entomol.*, 96: 990-995.
- Turk, M.A. and Tawaha, A.M. (2003). "Allelopathic effect of black mustard (*Brassica nigra* L.) on germination and growth of wild oat (*Avena fatua* L.)". *Crop Protection* 22: 673-677.
- Vitagliano, J.C. and Comin, J. (1971). "Quassinoids from *Aeschrium crenata*". *Phytochemistry* 11: 807-810.
- Withaker, R.H. and Feeney, P.P. (1971). "Allelochemicals: Chemical interaction between species". *Science* 171: 757-770.
- Yanucci, D.; Lazzari, F. y Coto, H. (2001). *Control Integrado. Insectos, ácaros, hongos y roedores en poscosecha de granos y semillas*. Granos y Postcosecha Latinoamericana. De la Semilla al Consumo. Buenos Aires, 214 pp.