

---

## Actividad antialimentaria e insecticida de un extracto de hojas senescentes de *Melia azedarach* (Meliaceae)

---

VALLADARES Graciela\*, Lucas GARBIN\*, María T. DEFAGÓ\*,  
Cecilia CARPINELLA\*\* y Sara PALACIOS\*\*

\*Centro de Investigaciones Entomológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,  
Universidad Nacional de Córdoba. Av. Vélez Sársfield 299. 5000 Córdoba, Argentina;  
e-mail: gvalladares@efn.uncor.edu

\*\*CEPROCOR, Alvarez de Arenales 230, Barrio Juniors, 5000 Córdoba, Argentina.

■ **RESUMEN.** Continuando con la búsqueda de nuevos insecticidas naturales obtenidos de plantas, se estudió la actividad de un extracto de hojas senescentes (amarillas) de *Melia azedarach* L. (Meliaceae). Mediante pruebas de elección se estudió el efecto antialimentario del extracto sobre cinco especies de Lepidoptera y cuatro especies de Coleoptera. Se evaluó además el efecto sobre la supervivencia de larvas y adultos de *Epilachna paenulata* Germar (Coleoptera: Coccinellidae), en pruebas sin elección de alimento. En las pruebas de elección el extracto de hojas senescentes de *M. azedarach* inhibió fuertemente la alimentación de ocho de las nueve especies evaluadas. Por otra parte, al recibir exclusivamente alimento tratado con extracto de *M. azedarach*, tanto adultos como larvas de *E. paenulata* sufrieron un aumento significativo en la tasa de mortalidad, no alcanzando estas últimas el estado pupal. Los insectos comieron menos y presentaron menor peso corporal en comparación con los controles, sugiriendo que el incremento en la mortalidad podría estar vinculado a la fuerte actividad antialimentaria del extracto. Los efectos observados se relacionaron significativamente con la concentración empleada.

**PALABRAS CLAVE.** *Epilachna paenulata*. Insecticidas botánicos. Inhibición alimentaria. Manejo de plagas.

■ **ABSTRACT.** Antifeedant and insecticide activity of an extract from senescent leaves of *Melia azedarach* (Meliaceae). In the course of screening for novel naturally occurring insecticides from plants, the activity of a senescent (yellow) leaf extract of *Melia azedarach* L. (Meliaceae) was investigated. Antifeedant effects were tested on five Lepidoptera and four Coleoptera species, in laboratory choice tests. Further effects on insect feeding and survival were studied in no-choice tests with larvae and adults of *Epilachna paenulata* Germar (Coleoptera: Coccinellidae). In the choice tests, *M. azedarach* yellow leaf extract strongly deterred feeding in eight out of the nine species considered. Larvae and adults of *E. paenulata* which received only extract-treated food suffered higher mortality rates; larvae did not reach the pupal stage. Insects receiving extract-treated food ate less and larvae had lower body weight than their control counterparts, suggesting that the observed increase in mortality might be related to the strong antifeedant activity of the extract. The effects were significantly related to extract concentration.

**KEY WORDS.** *Epilachna paenulata*. Botanical insecticides. Feeding inhibition. Pest management.

## INTRODUCCIÓN

Los insecticidas sintéticos son usualmente considerados la manera más eficaz y rápida de combatir a los insectos plaga, pero su uso desmedido ha causado serios problemas como toxicidad a otros organismos, resistencia, resurgencia de plagas, aparición de plagas secundarias por eliminación de sus enemigos naturales, etc. (van Emden, 1992).

En el marco del Manejo Integrado de Plagas (MIP), estos inconvenientes han creado un interés mundial en el desarrollo de estrategias alternativas, incluyendo la búsqueda de nuevos tipos de insecticidas, como son los "plaguicidas botánicos" o "fitoquímicos" (Talukder & Howse, 1995).

Las plantas producen sustancias aleloquímicas o metabolitos secundarios tales como terpenos, alcaloides, rotenonas, flavonoides y otros, algunos de los cuales poseen actividad tóxica contra insectos, interfieren en el desarrollo o en el comportamiento de los mismos, y pueden contribuir así a la regulación de sus poblaciones (Schoonhoven *et al.*, 1998). Los plaguicidas botánicos tendrían menor probabilidad de generar especies resistentes que los sintéticos, ya que ejercerían presiones selectivas múltiples sobre los insectos, al estar constituidos por una combinación de compuestos actuando simultáneamente (Saxena, 1986).

Entre los compuestos fitoquímicos con acción plaguicida, se encuentran aquellos aislados a partir de especies de la familia Meliaceae (Schmutterer, 1995), cuya actividad es atribuida fundamentalmente a la presencia de limonoides (Isman *et al.*, 1997; Céspedes *et al.*, 2000). En la Argentina se encuentra ampliamente distribuido un árbol de dicha familia, *Melia azedarach* L., conocido comúnmente como "paraíso". Trabajos realizados con extractos de fruto de paraíso demostraron una fuerte acción inhibidora de la alimentación, así como efectos letales, sobre una amplia gama de insectos incluyendo varias especies plaga (Shin-Foon, 1983; Palacios *et al.*, 1993; Chen *et al.*, 1996; Valladares *et al.*, 1997, 1999; Breuer & De Loof, 2000; Abou-Fakhr Hammad *et al.*, 2001; Carpinella *et al.*, 2003). A partir de las raíces, corteza, fruto y hojas de éste árbol se han aislado compuestos con acción citotóxica y antialimentaria, tales como sendanin (Ochi & Kotsuki, 1976; Ochi *et al.*, 1978), trichilinas (Oelrichs *et al.*, 1983; Huang *et al.*, 1994; Nakatani *et al.*, 1995), azedarachinas (Huang *et al.*, 1994; Nakatani *et al.*, 1995) melia-

carpinas, (Lee *et al.*, 1987; Kraus *et al.*, 1987), nimbolins (Ekong *et al.*, 1969), nimbolidins, (Kraus & Bokel, 1981) y otros tipos de limonoides (Ekong *et al.*, 1969, Srivastava, 1986; Han *et al.*, 1991; Nakatani *et al.*, 1998; Carpinella *et al.*, 2002).

En el presente trabajo se evalúan efectos antialimentarios e insecticidas de un extracto de hojas senescentes de *M. azedarach*, a fin de contribuir a la explotación integral del recurso representado por el árbol. La actividad antialimentaria se analizó sobre distintas especies de insectos masticadores, atendiendo a Jermy (1990), quien cuestionó la utilidad de estudios sobre este tipo de actividad sobre la base de una única especie de insecto. Por otra parte, teniendo en cuenta que la combinación de efectos antialimentarios y tóxicos sería ventajosa para el uso práctico de los compuestos fitoquímicos (Jermy, 1990), se evaluó el efecto del extracto sobre la supervivencia de larvas y adultos empleando como insecto modelo a *Epilachna pænilata* Germar (Coleoptera: Coccinellidae).

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Extractos.** Los extractos fueron obtenidos a partir de hojas amarillas de *M. azedarach*, mediante extracción por Soxhlet con etanol (100 g de hojas/300 ml de solvente), y posterior dilución del residuo con etanol hasta alcanzar concentraciones equivalentes a 2%, 5% y 10%.

**Actividad antialimentaria.** Se emplearon insectos recolectados en cultivos de los alrededores de la Ciudad de Córdoba (Argentina), representando en consecuencia poblaciones sometidas al manejo habitual en la región, incluyendo el uso de pesticidas convencionales. Se seleccionaron aquellas especies de las que se capturaron al menos 20 individuos en una misma etapa del ciclo biológico (adultos o últimos estadios larvales); como sustrato para las pruebas se emplearon hojas del cultivo en el que se encontró cada especie de insecto (Tabla I). Se incluyeron además larvas y adultos de *E. pænilata*, provenientes de un criadero de laboratorio. La actividad antialimentaria de los extractos se evaluó mediante pruebas de elección ("choice test") según la metodología indicada por Valladares *et al.* (1997), aplicando sobre el alimento aproximadamente 0,05 – 0,50 ml de extracto al 5% o 10%, o bien etanol (control). Se efectuaron al menos 20 réplicas por especie.

**Tabla I:** Detalle de las especies, sustratos y estado/estadio de los insectos empleados en las pruebas de selección alimentaria. L: larva, A: adulto.

Especies	Nombres Vernáculos	Sustrato	Estado/Estadio
<b>Ord. Lepidoptera</b>			
Fam. Arctiidae			
<i>Spilosoma virginica</i>	"Gata peluda norteamericana"	Soja	L 5
Fam. Noctuidae			
<i>Spodoptera ornithogalli</i>	"Oruga negra aterciopelada"	Soja	L 5
<i>Rachiplusia nu</i>	"Oruga verde medidora"	Alfalfa	L 4-5
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	"Oruga de las leguminosas"	Soja	L 4-5
Fam. Pieridae			
<i>Colias lesbia</i>	"Isoca de la alfalfa"	Alfalfa	L 5
<b>Ord. Coleoptera</b>			
Fam. Chrysomelidae			
<i>Diabrotica speciosa</i>	"Vaquita de San Antonio"	Alfalfa	A
Fam. Coccinellidae			
<i>Epilachna paenulata</i>	"Catita de los zapallos"	Zapallo	L 4 y A
Fam. Lagridae			
<i>Lagridae sp.</i>		Alfalfa	A
Fam. Curculionidae			
<i>Sitophilus oryzae</i>	"Gorgojo del arroz"	Oblea arroz	A

Se incluyó en este análisis al granívoro *Sitophilus oryzae* (L) (Coleoptera: Curculionidae), utilizándose para ello la técnica descrita por Talukder & Howse (1995), con extracto al 10% y empleando obleas de arroz como sustrato, con cinco repeticiones de 10 individuos cada una.

En todos los casos, el área consumida en hojas u obleas tratadas con extracto, se comparó con el área consumida en el sustrato tratado con etanol (control), mediante el test de Wilcoxon de comparación por pares. Se calculó un Índice Antialimentario (IA %) =  $[(1 - T/C) \times 100]$ , siendo "T" el consumo promedio de alimento tratado con extracto y "C" el equivalente en los controles (Carpinella *et al.*, 2002).

**Efectos sobre la supervivencia.** Se realizaron ensayos de alimentación sin elección ("no-choice test") como el descrito por Valladares *et al.* (1997), empleando adultos recién emergidos y larvas de 2° estadio (L2) de *E. paenulata*, provenientes de un criadero de laboratorio. Esta especie fue seleccionada a fin de facilitar comparaciones, por ser el equivalente local de *Epilachna varivestis* (Muls.), especie ampliamente usada en estudios similares en el hemisferio Norte. Los insectos fueron alimentados con cotiledones de zapallo (*Cucurbita maxima* Duch.) tratados con

extracto (2%, 5% y 10%) o con etanol (control). Se realizaron cinco réplicas (cada una con cuatro individuos) por tratamiento, registrándose cada 48 horas el peso larval, consumo foliar y número de sobrevivientes. Todas las pruebas se realizaron en cámara climatizada a  $25 \pm 2$  °C,  $65 \pm 5$  % de humedad relativa y fotoperíodo de 12:12 horas. Los datos se analizaron con Análisis de Varianza (ANOVA) y prueba de Duncan. La relación entre efectos y concentración del extracto se evaluó mediante análisis de regresión. Con los datos de mortalidad se calculó el Tiempo Letal 50 (TL<sub>50</sub>) y la concentración necesaria para obtener el 50% de mortalidad, Concentración Letal 50 (CL<sub>50</sub>), empleando Probit.

## RESULTADOS

**Actividad antialimentaria: pruebas de elección.** El extracto demostró una elevada actividad disuasiva de la alimentación (Tabla II), con valores del Índice Antialimentario superiores al 75%, para los lepidópteros *Colias lesbia* (Fab.) (Pieridae) y *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Noctuidae), así como para *Spilosoma virginica* (Fab.) (Arctiidae) con la concentración del 10%. La respuesta de *Rachiplusia nu* (Guen.) (Noctuidae) fue

**Tabla II.** Resultados obtenidos en pruebas de selección alimentaria, con diferentes concentraciones de extracto de hojas senescentes de *M. azedarach*.

Especies	Concentración (%)	n	IA (%) <sup>a</sup>
<i>Spilosoma virginica</i>	10	25	74,4* b
	5	25	15,2
<i>Spodoptera ornithogalli</i>	5	23	40,2
<i>Rachiplusia nu</i>	10	20	53,8**
<i>Anticarsia gemmatalis</i>	10	20	88,3***
<i>Colias lesbia</i>	10	25	100***
	5	25	98,2***
<i>Diabrotica speciosa</i>	10	25	100***
	5	25	95***
<i>Epilachna paenulata</i> (adultos)	10	20	100***
	5	20	100***
<i>Epilachna paenulata</i> (larvas)	10	20	100***
	5	20	100***
<i>Lagridae sp.</i>	5	25	75,8**
<i>Sitophilus oryzae</i>	10	50	100***

<sup>a</sup> IA (%): Índice Antialimentario =  $[(1 - T/C) \times 100]$  (ver texto).

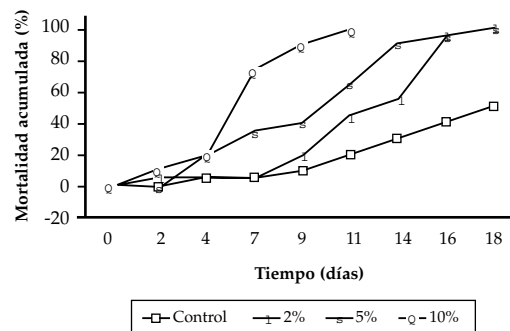
<sup>b</sup> Consumo significativamente menor en sustrato tratado con extracto, \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  y \*\*\*  $p < 0,001$ , Wilcoxon de comparación por pares.

moderada, mientras que el consumo de alimento por *Spodoptera ornithogalli* (Guen.) (Noctuidae) fue independiente del extracto (Tabla II).

La actividad antialimentaria del extracto fue sumamente marcada para las cuatro especies de coleópteros analizadas. *Diabrotica speciosa* (Germar) (Chrysomelidae), *E. paenulata* y *Sitophilus oryzae* (L.) (Curculionidae) rechazaron absolutamente (IA = 100%) el alimento tratado con extracto al 10% (Tabla II).

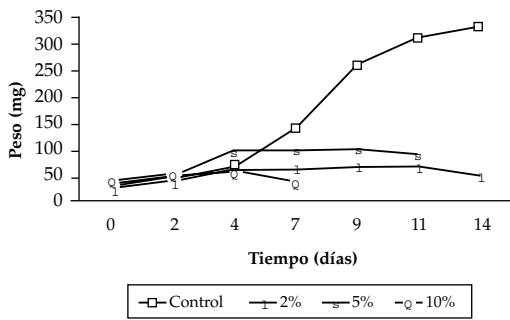
#### Efectos sobre supervivencia y alimentación en pruebas sin posibilidad de elección de alimento.

La mortalidad fue más elevada cuando el alimento ofrecido a larvas de *E. paenulata* fue tratado con extracto (Fig.1). A partir del séptimo día los tratamientos con extracto al 5% y 10% mostraron diferencias significativas respecto al control ( $F = 15,59$ ;  $gl = 3, 19$ ;  $p < 0,001$ ), mientras que estas diferencias se observaron con la menor concentración a partir del día 16 ( $F = 14,24$ ;  $gl = 3, 14$ ;  $p < 0,001$ ). La Concentración Letal 50 (CL<sub>50</sub>) fue de 6,86% a los siete días de tratamiento. Ninguno de los individuos alimentados con extracto llegó a pupar. El tiempo (TL<sub>50</sub>) requerido para eliminar a la mitad de la población de larvas aumentó al disminuir la concentración del extracto, desde 6 días para extracto al 10%, hasta 9 y 11 días para las concentraciones de 5 y 2% respectivamente.

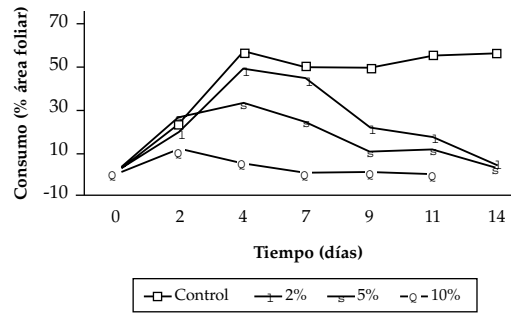


**Fig. 1.** Mortalidad acumulada (%) en larvas de *E. paenulata* alimentadas con hojas tratadas con extracto de hojas senescentes de *M. azedarach* a diferentes concentraciones. Cada punto representa el promedio de cinco réplicas con cuatro individuos iniciales en cada una.

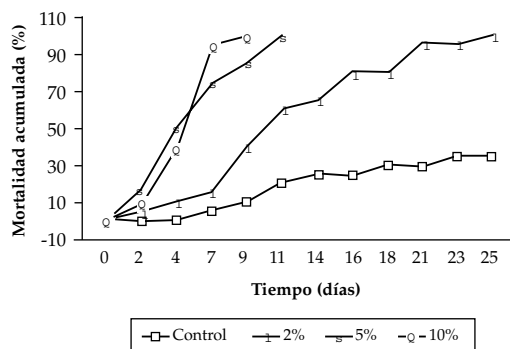
Las larvas alimentadas con extracto mostraron inicialmente un ligero aumento de peso, pero a partir del cuarto día el mismo se mantuvo estable o en disminución, mientras que las larvas correspondientes a los controles mostraron un incremento sostenido a lo largo de toda la experiencia (Fig. 2). A partir del séptimo día las larvas control superaron significativamente el peso de aquellas alimentadas con extracto ( $F = 11,82$ ;  $gl = 3, 17$ ;  $p < 0,001$ ), observándose una relación negativa entre peso y concentración ( $r^2 = 0,385$ ;  $p = 0,033$ ).



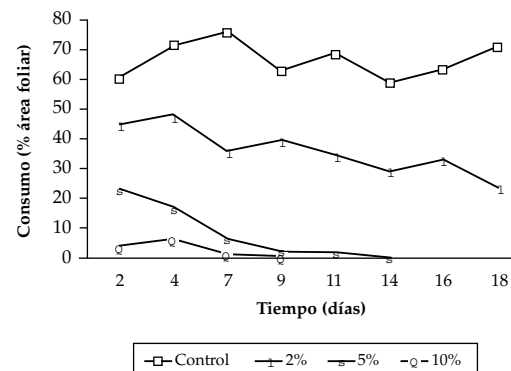
**Fig. 2.** Peso promedio (mg) de larvas de *E. paenulata* alimentadas con hojas tratadas con extracto de *M. azedarach* durante el transcurso del experimento.



**Fig. 3.** Consumo diario promedio (como % de área foliar) por larva de *E. paenulata*, en hojas tratadas con distintas concentraciones de extracto de *M. azedarach*.



**Fig. 4.** Mortalidad acumulada (%) en adultos de *E. paenulata* alimentados con hojas tratadas con extracto de hojas senescentes de *M. azedarach* a diferentes concentraciones. Cada punto representa el promedio de cinco réplicas con cuatro individuos iniciales en cada una.



**Fig. 5.** Consumo diario promedio (como % de área foliar) por adulto de *E. paenulata* en hojas tratadas con distintas concentraciones de extracto de *M. azedarach*.

Las larvas que recibieron cotiledones tratados con extracto al 10% comieron, a partir del segundo día, significativamente menor cantidad que las larvas controles ( $F = 4,02$ ;  $gl = 3, 19$ ;  $p = 0,026$ ), requiriéndose cuatro ( $F = 24,81$ ;  $gl = 3, 19$ ;  $p < 0,001$ ) o nueve días ( $F = 51,28$ ;  $gl = 3, 19$ ;  $p < 0,001$ ) para que las diferencias alcanzaran valores estadísticamente significativos con concentraciones de 5% y 2% respectivamente (Fig. 3). Se observó una relación negativa ( $r^2 = 0,788$ ;  $p < 0,001$ ) entre el consumo de alimento acumulado hasta los siete días de iniciado el experimento y la concentración de extracto: mientras que cada larva enfrentada a extracto al 2% ingirió un cotiledón en la primera semana, aquellas con extracto al 10% consumieron menos de un cuarto de cotiledón en el mismo lapso.

Los adultos de *E. paenulata* alimentados con extracto presentaron una tasa de mortalidad más elevada que la de los controles (Fig. 4), a partir

del cuarto día en los tratamientos con extracto al 5% y 10% ( $F = 3,56$ ;  $gl = 3, 19$ ;  $p = 0,038$ ), pero recién tras nueve días con la menor concentración ( $F = 39,00$ ;  $gl = 3, 19$ ;  $p < 0,001$ ). El tiempo requerido para alcanzar la mortalidad total dependió de la concentración del extracto ( $r^2 = 0,444$ ;  $p = 0,004$ ), siendo de 9 días para la mayor concentración. Los valores de  $TL_{50}$  fueron de 4,5 o 5 días con extracto al 10 y 5% respectivamente y hasta 11,6 días con la concentración de 2%. El valor de  $CL_{50}$ , a los siete días, fue de 3,78%.

El consumo de alimento por parte de adultos de *E. paenulata* (Fig. 5) fue significativamente inferior ( $F = 9,65$ ;  $gl = 3, 19$ ;  $p < 0,001$ ) en los tratamientos con extracto, y disminuyó al aumentar la concentración del mismo ( $r^2 = 0,606$ ;  $p = 0,002$ ): en la primera semana del experimento cada insecto consumió un cotiledón y medio con extracto al 2%, pero el consumo fue de un orden de magnitud inferior con extracto al 10%.

## DISCUSIÓN

En pruebas de elección de alimento, el extracto de hojas senescentes de *M. azedarach* determinó el rechazo del alimento tratado, en cuatro de las cinco especies de lepidópteros consideradas. Una respuesta similar frente a extractos provenientes de otras estructuras de paraíso ha sido registrada con distintas especies de este Orden (Breuer & Devkota, 1990; Singh et al., 1998; Wang et al., 1999; Carpinella et al., 2002). En el presente trabajo la única excepción a la actividad del extracto fue *S. ornithogalli*, pese a que existen antecedentes de efectos antialimentarios de extractos o terpenoides de paraíso, sobre otras especies de *Spodoptera* (Shin-Foon Chiu, 1983; Khadr et al., 1986; Macleod et al., 1990; Schmutterer, 1995; Carpinella et al., 2002). La elevada actividad inhibitoria de los extractos para *C. lesbia*, *A. gemmatalis* y *S. virginica* con la concentración del 10% (Tabla II), coincide con resultados obtenidos empleando extractos de fruto de *M. azedarach* (Palacios et al., 1993; Carpinella et al., 2003). En cambio sobre *R. n.* los extractos de fruto tuvieron un efecto aún más leve que el aquí observado (Carpinella et al., 2003).

El efecto antialimentario del extracto de hojas senescentes fue aún más notable en las cuatro especies de coleópteros analizadas y particularmente en *E. paenulata*, que rechazó absolutamente el alimento tratado, en todas las pruebas. Se conoce que extractos de fruto de paraíso inhibieron la alimentación, superando incluso la respuesta a extractos de neem, en larvas y adultos de otras especies de *Epilachna* (Kraus et al., 1987; Tewari & Moorthy, 1985; Schmutterer, 1995).

En el caso de *S. oryzae*, el fuerte rechazo hacia el extracto de hoja de *M. azedarach* aquí detectado (Tabla II), se contrapone con la falta de actividad de extractos derivados de paraíso descrita en el trabajo de Imti & Zudir (1997), pero coincide con los efectos negativos de extractos de paraíso registrados sobre otros curculiónidos granívoros (Fernandes et al., 1996; Palma & Serrano, 1997).

De acuerdo a las pruebas efectuadas con larvas y adultos de *E. paenulata*, la marcada actividad antialimentaria del extracto no se limitó a las pruebas de elección, sino que se evidenció también en las de no elección. En estas últimas, el efecto inhibitorio del extracto se mantuvo de modo tal, que los insectos literalmente murieron

de inanición, particularmente con la mayor concentración (10%). Para extractos más diluidos, la inhibición alimentaria inicialmente débil se acentuó con el tiempo, lo que sugiere un efecto a nivel fisiológico, como los atribuidos a extractos de neem (Schoonhoven et al., 1998; Martínez & van Emden, 1999).

El incremento en la mortalidad larval tardó una a dos semanas en manifestarse, dependiendo de la concentración del extracto; efectos letales no inmediatos han sido también registrados con extractos de diferentes estructuras de *M. azedarach* sobre larvas de *E. varivestis* (Schmutterer, 1995) y de otros insectos fitófagos (Breuer & De Loof 1998, 1999; Kumar et al., 1999). Los adultos de *E. paenulata* fueron aun más sensibles que las larvas a la presencia del extracto, presentando en general tiempos letales más cortos, y siendo el valor de  $CL_{50}$ , aproximadamente la mitad que el correspondiente a las larvas.

La pérdida de peso observada en las larvas alimentadas con extracto coincide con el efecto de extractos de fruto de *M. azedarach* sobre esta misma especie (Defagó, datos no publicados; Carpinella et al., 2003) y sobre otros insectos (Hernández & Vendramin, 1997; Schmidt et al., 1997). Efectos similares producidos por extractos de neem (Schmutterer, 1995; Trisyono & Whalon, 1999), fueron atribuidos a inhibición de la producción de enzimas en el mesenterón (Schoonhoven et al., 1998), aunque diversos mecanismos responsables de este efecto han sido propuestos (Martínez & van Emden, 1999). La pérdida de peso larval se explicaría por la escasa cantidad de alimento consumido, lo cual se magnificó con el tiempo, sugiriendo un efecto acumulativo de la acción antialimentaria del extracto. Kraus et al. (1987) registraron también una disminución sostenida en la alimentación de larvas de *E. varivestis* frente a meliacarpinas de *M. azedarach*.

## CONCLUSIONES

El extracto de hojas senescentes de *M. azedarach* demostró una elevada actividad antialimentaria, en pruebas de elección libre, para ocho especies de insectos masticadores. Por otra parte, larvas y adultos de *E. paenulata* que recibieron exclusivamente alimento tratado con extracto presentaron mayor tasa de mortalidad, menor ingesta alimentaria y menor peso larval

que los correspondientes controles, sugiriendo que el incremento en la mortalidad podría estar determinado, en gran medida, por el mencionado efecto antialimentario. Los efectos sobre supervivencia, peso y consumo de alimento en *E. paenulata* se relacionaron directamente con la concentración del extracto. De acuerdo a estos resultados el extracto de hojas senescentes de paraíso reúne cualidades interesantes para su potencial utilización en programas de manejo de plagas. Esto sería de gran interés para el sector agropecuario debido a la simplicidad y economía de obtención del extracto y fundamentalmente a la posibilidad de explotar un recurso que la planta ya ha desechado.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos las sugerencias de dos evaluadores anónimos. Este trabajo forma parte de un proyecto de la Universidad Nacional de Córdoba apoyado por Secretaría de Ciencia y Técnica (SECyT) y la Agencia Nacional de Promoción de la Ciencia y la Tecnología. CC y GV agradecen al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).

### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ABOU-FAKHR HAMMAD, E. M., H. ZOURNAJIAN & S. TALHOUK. 2001. Efficacy of extracts of *Melia azedarach* L. callus, leaves and fruits against adults of the sweet potato whitefly *Bemisia tabaci* (Hom., Aleyrodidae). *J. Appl. Ent.* 125: 483-488.
- BREUER, M., & A. DE LOOF. 1998. Meliaceous plant preparations as potential insecticides for control of the oak processionary, *Thaumetopoea processionea* (Lepidoptera: Thaumetopoeidae). *En: Proc. 50<sup>th</sup> Int. Symp. Crop Protect., Gent, Belgica, Part II*, pp. 529-536.
- BREUER, M. & A. DE LOOF. 1999. Field studies on the efficacy of meliaceous plant preparations against the oak processionary, *Thaumetopoea processionea* L. (Lepidoptera: Thaumetopoeidae). *En: Proc. 51<sup>st</sup> Int. Symp. Crop Protect., Gent, Belgica, Part I*, pp. 311-317.
- BREUER, M. & A. DE LOOF. 2000. Efficacy of an enriched *Melia azedarach* L. fruit extract for insect control. *En: Kleeberg, H. & Zebitz, P. W.* (eds.), *Practice Oriented Results on Use and Production of Neem ingredients and Pheromones VI*, Giessen, Alemania, pp. 173-183.
- BREUER, M. & B. DEVKOTA. 1990. Control of *Thaumetopoea pityocampa* by extracts of *Melia azedarach* L. (Meliaceae). *J. Appl. Entomol.* 110: 128-135.
- CARPINELLA, C., C. FERRAYOLI, G. VALLADARES, M. T. DEFAGÓ & S. PALACIOS. 2002. Potent limonoid insect antifeedant from *Melia azedarach*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 66:1731-1736.
- CARPINELLA, M. C., M. T. DEFAGÓ, G. VALLADARES & S. M. PALACIOS. 2003. Antifeedant and Insecticide Properties of a Limonoid from *Melia azedarach* (Meliaceae) with Potential Use for Pest Management. *J. Agric. Food Chem.* 51: 369-374.
- CÉSPEDES, C. L., J. S. CALDERÓN, L. LINA & E. ARANA. 2000. Growth inhibitory effects on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* of some limonoids isolated from *Cedrela* spp. (Meliaceae). *J. Agric. Food Chem.* 48: 1903-1908.
- CHEN, C. C., S. J. CHANG, L. L. CHENG & R. F. HOU. 1996. Effects of chinaberry fruit extract on feeding, growth and fecundity of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lep., Yponomeutidae). *J. Appl. Ent.* 120: 341-345.
- EKONG, D. E. U., C. O. FAKUNLE, A. K. FASINA & J. I. OKOGUN. 1969. The meliacins (limonoids). Nimbolin A and B, two new meliacin cinnamates from *Azadirachta indica* A. and *Melia azedarach* L. *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* 1166-1167.
- FERNANDES, W. D., J. M. G. FERRAZ, V. L. FERRACII & M. E. HABIB. 1996. Feeding deterrency and toxicity of plant extracts against adults of *Anthonomus grandis* Bho. (Coleoptera: Curculionidae). *An. Soc. Entomol. Brasil.* 25(3): 553-556.
- HAN, J., W. H. LIN, R. S. XU, W. L. WANG & S. H. ZHAO. 1991. Studies on the chemical constituents of *Melia azedarach* L. *Acta Pharm. Sin.* 26: 426-429.
- HERNÁNDEZ, C. R. & J. D. VENDRAMIN. 1997. Bioactivity evaluation of aqueous extracts of Meliaceae to *Spodoptera frugiperda* S. *Rev. Agric. Piracicaba.* 72(3): 305-318.
- HUANG, R. C., J. B. ZHOU, H. SUENAGA, K. TAKEZAKI, T. TADERA & M. NAKATANI. 1994. Insect antifeedant property of limonoids from Okinawan and Chinese *Melia azedarach* L. and from *Melia toosendan* (Meliaceae). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 59: 1755-1757.

- IMTI, B. & T. ZUDIR. 1997. Effects of neem, *Azadirachta indica* A. Juss. and *Melia azedarach* L. on the incidence of *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) on stored paddy. *Plant Prot. Bull.* 49(1-4): 44-47.
- ISMAN, M. B., P. J. GUNNING & K. M. SPOLLEN. 1997. Tropical timber species as sources of botanical insecticides. En: Hedin, P. A, Hollingworth, R. M., Masler, E. P., Miyamoto, J., Thompson, D. G. (eds.), *Phytochemicals for pest control*, ACS Symposium Series 658; American Chemical Society, Washington DC, pp. 27-37.
- JERMY, T. 1990. Prospects of antifeedant approach to pest control: A critical review. *J. Chem. Ecol.* 16(11): 3151-3166.
- KHADR, G. A., E. M. A. EL-MONEM & M. A. Taha. 1986. Effect of extracts on *Spodoptera littoralis* in the laboratory. *Bull. Entomol. Soc. Egypt. Econ. Ser.* 15: 235-243.
- KRAUS, W. & M. BOKEL. 1981. Neue tetranortriterpenoide aus *Melia azedarach* Linn. *Chem. Ber.* 114: 267-275.
- KRAUS, H., S. BAUMANN, M. BOKEL, U. KELLER, A. KLENK, M. KLINGELE, M. PÖHNL & M. SCHWINGER. 1987. Control of insect feeding and development by constituents of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica*. En: Schmutterer, H. & K.R.S. Ascher (eds.), *Natural Pesticides from the Neem Tree and other Tropical Plants*, Nairobi, Kenya, pp.111-125.
- KUMAR, R., R. SINGH, M. RANI, P. SUHAG & S. B. KALIDHAR. 1999. Biological efficacy of *Melia azedarach* stems against lepidopterous pests. *J. Medic. Aram. Plant Sci.* 21(4): 1074-1078.
- LEE, S. M., J. A. KLOCKE & M. F. BALANDRIN. 1987. The structure of 1 cinnamoylmelianolone, a new insecticidal tetranortriterpenoid, from *Melia azedarach* L. (Meliaceae). *Tetrahedron* 28: 3543-3546.
- MACLEOD, J. K., P. D. R. MOELLER, T. F. MOLINSKI & O. KOUL. 1990. Antifeedant activity against *Spodoptera litura* larvae and (C13)-NMR spectral assignments of the meliatoxins. *J. Chem. Ecol.* 16: 2511-2518.
- MARTINEZ, S. S. & H. F. VAN EMDEN. 1999. Sublethal concentrations of azadirachtin affect food intake, conversion efficiency and feeding behaviour of *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Bull. Entomol. Res.* 89: 65-71.
- NAKATANI, M., R.C. HUANG, H. OKAMURA, T. IWAGAWA, K. TADERA & H. NAOKI. 1995. Three new antifeeding Meliacarpinins from Chinese *Melia azedarach* Linn. *Tetrahedron* 51: 11731-11736.
- NAKATANI, M., R. C. HUANG, H. OKAMURA, T. IWAGAWA & K. TADERA. 1998. Degraded limonoids from *Melia azedarach*. *Phytochemistry* 49: 1773-1776.
- OCHI, M. & H. KOTSUKI. 1976. Sendanin, a new limonoid from *Melia azedarach* Linn. var. *japonica* Makino. *Tetrahedron* 33: 2877-2880.
- OCHI, M., H. KOTSUKI & H. ISHIDA. 1978. Limonoids from *Melia azedarach* Linn. var. *japonica* Makino. The natural hydroxyl precursor of sendanin. *Chem. Lett.* 99-102.
- OELECHS, P. B., M. W. HILL, P. J. VALLELY, J. K. MACLEOD & T. MOLINSKY. 1983. F. Toxic tetranortriterpenes of the fruit of *Melia azedarach*. *Phytochemistry* 22: 531- 534.
- PALACIOS, S., G. VALLADARES & D. FERREYRA. 1993. Preliminary results in the searching of an insecticide from *Melia azedarach* extracts. En: Kleeberg, H. (ed.), *Practice oriented results on use and production of neem ingredients and pheromones*, Giessen, Alemania, pp. 91-105.
- PALMA, R. M. & L. SERRANO. 1997. Effect of plant extracts on the pepper weevil (*Anthonomus eugeni* C.): preliminary results in El Salvador. *Agron. Mesoamericana* 8(1): 99-107.
- SAXENA, R. C. 1986. Antifeedants in Tropical Pest Management. *Insect Sci. Applic.* 8(4-6):731-736.
- SCHMIDT, G. H., A. AHMED & M. BREUER. 1997. Effect of *Melia azedarach* extracts on larval development and reproduction parameters of *Spodoptera littoralis* B. and *Agrostis ipsilon* H. (Lepidoptera: Noctuidae). *Phytoparasitica* 26(4): 164-172.
- SCHMUTTERER, H. 1995. *The Neem Tree Azadirachta indica* A. Juss. and Other Meliaceae Plants: Sources of Unique Products for Integrated Pest Management, Medicine, Industry and Other Purposes. VCH, Weinheim, Alemania.
- SCHOONHOVEN, L. M., T. JERMY & J. J. VAN LOON. 1998. *Insect-Plant Biology from physiology to evolution*. Chapman & Hall, Londres.
- SHIN-FOON, C. 1983. The active principles and insecticidal properties of some Chinese plants, with special reference to Meliaceae. En: Schmutterer, H. & K. R. S. Ascher (eds.), *Natural Pesticides from the Neem Tree and*



- other Tropical Plants, Rauschholzhausen, Alemania, pp. 255-262.
- SINGH, R. P., V. K. DILAWARI, D. K. KOCHHAR, G. S. DHALIWAL, R. ARORA, N. S. RHANDAWA & A. K. DHAWAN. 1998. Toxic effects of enriched fractions of *Melia azedarach* L. against the larvae of *Helicoverpa armigera* H. En: Dhaliwal, G. S., R. Arora & N.S. Rhandawa (eds), *Ecological Agriculture and Sustainable Development*, Chandigarh, India, 2, pp. 262-266.
- SRIVASTAVA, S. D. 1986. Limonoids from the seeds of *Melia azedarach*. *J. Nat. Prod.* 49: 56-61.
- TALUKDER, F. A. & P. E. HOWSE. 1995. Evaluation of *Aphanamixis polystachya* as a source of repellents, antifeedants, toxicants and protectants in storage against *Tribolium castaneum* (Herbst). *J. Stored Prod. Res.* 31(1): 55-61.
- TEWARI, G. C. & P. N. MOORTHY. 1985. Plant extracts as antifeedants against *Epilachna vigintio-punctata* Fab. and their effects on its parasite. *Indian J. Agric. Sci.* 55: 120-124.
- TRISYONO A. & M. E. WHALON. 1999. Toxicity of neem applied alone and in combination with *Bacillus thuringiensis* to Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.* 92(6): 1281-1288.
- VALLADARES, G., M. T. DEFAGÓ, S. PALACIOS & M. C. CARPINELLA. 1997. Laboratory evaluation of *Melia azedarach* (Meliaceae) extracts against the elm leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.* 90(3): 747-750.
- VALLADARES, G., D. FERREYRA, M. T. DEFAGÓ, M. C. CARPINELLA & S. PALACIOS. 1999. Effects of *Melia azedarach* on *Triatoma infestans*. *Fitoterapia* 70: 421-424.
- VAN EMDEN, H. F. 1992. *Pest Control*. University Press (2<sup>a</sup> ed.), Cambridge.
- WANG, Z. L., H. M. GAO, B. A. ZHANG & X. WU. 1999. Exploitation of insecticides from medicinal plant resource-investigation and screening of botanical insecticides. En: China Association of Agriculture (eds.), *Research Progress in Plant Protection and Plant Nutrition*, China, pp.203-208.

Recibido: 30-V-2002  
Aceptado: 21-IV-2003