

## Actividad de *Trichilia havanensis* Jacq. (Meliaceae) en la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitidis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae)

J. LÓPEZ-OLGUÍN, A. ADÁN, E. OULD-ABDALLAHI, F. BUDIA, P. DEL ESTAL, E. VIÑUELA

Se ha investigado en laboratorio, los efectos de pulverizado de semillas de la Meliaceae *Trichilia havanensis*, a concentraciones entre el 1 y el 5%, en diversos estados de desarrollo de la mosca mediterránea de la fruta *Ceratitidis capitata*. A los adultos se les suministró el producto mezclado con la dieta sólida o en el agua de beber. Sólo en el último caso, hubo efecto, reduciéndose la fecundidad y la fertilidad en todas las concentraciones. No hubo efecto inhibitorio de la puesta cuando el producto se impregnó en los algodones que mantienen la humedad adecuada en los ponederos. Las larvas neonatas criadas en medio larvario tratado, fueron muy sensibles, muriendo el 100% a partir del 1%. Para concentraciones inferiores se redujeron la pupación y la emergencia de adultos y hubo retraso en el desarrollo. Las larvas maduras L<sub>3</sub> no sufrieron ninguna alteración cuando se sumergieron en soluciones acuosas del producto o puparon en un medio tratado. Hubo un ligero efecto ovicida por tratamiento directo de huevos, a partir de la concentración del 3%.

A. ADÁN, E. OULD-ABDALLAHI, F. BUDIA, P. DEL ESTAL y E. VIÑUELA: Protección de Cultivos. E.T.S.I. Agrónomos. 28040-Madrid.

J. LÓPEZ-OLGUÍN: Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencias. BUAP. Apdo. Postal 1292. Puebla 72000. México.

**Palabras clave:** *Trichilia havanensis*, Meliaceae, *Ceratitidis capitata*, adultos, larvas, huevos.

### INTRODUCCIÓN

Plantas e insectos llevan millones de años de coevolución durante los cuales, las primeras han tratado de defenderse de la agresión de los insectos usando principalmente diversos productos de su metabolismo secundario, cuyo número identificado es superior a 100.000 (SCHOONHOVEN *et al.*, 1998), y el número de estructuras químicas diferentes superior a 30.000 (HARBORNE, 1982). El efecto insecticida de muchos de estos metabolitos secundarios es de sobra conocido, pues la nicotina (alcaloide presente en las

Solanaceae *Nicotiana spp*), rotenona (flavonoide presente en las raíces de las Fabaceae *Derris spp*, *Lonchocarpus spp* y *Tephrosia spp*) o piretrinas (terpenoides presentes en las flores de la Asteraceae *Tanacetum cinerariifolium* (Trev.) Schultz-Bip.) han sido utilizadas por el hombre desde tiempos remotos en el control de plagas (CASIDA y QUISTAD, 1998).

Las plantas son pues una fuente inagotable de productos químicos, y se conocen más de 2000 especies que tienen compuestos con propiedades insecticidas (BALANDRÍN *et al.*, 1985; JERMY, 1990). Entre las familias

botánicas más estudiadas se encuentra la de las Meliáceas (SCHMUTTERER, 1995; PASCUAL-VILLALOBOS, 1996), conocida sobre todo porque dos de sus especies, *Azadirachta indica* A. Juss (árbol del neem) y *Melia azadirach* L. poseen una gran cantidad de triterpenopides (TAYLOR, 1981) que alteran el comportamiento y la fisiología de gran número de insectos fitófagos (CHAMPAGNE *et al.*, 1992; MORDUE y BLACKWELL, 1993). En diversos países, entre los que se encuentra el nuestro, se comercializan ya insecticidas obtenidos de la primera de las especies que contienen el limonoide azadiractina como ingrediente activo (LÓPEZ-OLGUÍN *et al.*, 1999; LIÑÁN, 2000).

La azadiractina actúa como un Insecticida Regulador del Crecimiento (RCI), teniendo por tanto efectos muy variados en los insectos: regula su desarrollo, interfiere con la producción de la hormona juvenil y de la muda, altera el comportamiento de alimentación, modifica la fecundidad y la fertilidad o inhibe la síntesis de quitina (ver la revisión de LÓPEZ-OLGUÍN *et al.*, 1999), y se considera un insecticida de medio a amplio espectro por el número de especies plagas afectadas (SCHMUTTERER, 1995).

Los insecticidas a base de este ingrediente activo, están autorizados sin embargo en Agricultura Ecológica en nuestro país (ANÓNIMO, 1989), y se pueden emplear también en Producción Integrada (BOLLER *et al.*, 1999) porque se ha visto que son compatibles con numerosos enemigos naturales: huevos, pupas (MEDINA *et al.*, 2001; VIÑUELA *et al.*, 2001) y larvas (VIÑUELA *et al.*, 1996; VOGT *et al.*, 1998) del neuróptero depredador cosmopolita *Chrysoperla carnea* (Stephens), habiendo sido clasificado como clase 1-2 de la OILB en ensayos de campo (VOGT y VIÑUELA, 2001); adultos del chinche depredador *Podisus maculiventris* (Say) (BUDIA *et al.*, 2000); pupas del parasitoide *Hyposoter didymator* (Thunberg) (SCHNEIDER *et al.*, 2000; VIÑUELA *et al.*, 2001); o muchos otros enemigos naturales y porque se degradan rápidamente (RUÍZ *et al.*, 1999).

A las Meliáceas pertenece también la especie *Trichilia havanensis* Jacq. ampliamente distribuida por las regiones tropicales de varios países Norte y Centro y Sur Americanos, donde los agricultores usan sus frutos y hojas para combatir diversas plagas (LÓPEZ-OLGUÍN *et al.*, 1997). De los frutos de esta planta se han aislado numerosos limonoides (ARENAS y RODRÍGUEZ, 1990; LÓPEZ-OLGUÍN *et al.*, 1997), habiéndose visto que la azadirona (CHAMPAGNE *et al.*, 1992; LÓPEZ-OLGUÍN *et al.*, 1998), la *O*-acetiltrichelenona y la mezcla (4:1) de 1,7+ 3,7-di-*O*-acetilhavanésina (LÓPEZ-OLGUÍN *et al.*, 1998) tienen actividad antialimentaria frente a insectos. En ensayos realizados por nosotros, hemos visto que esta planta tiene actividad por ejemplo sobre los noctuidos *Spodoptera littoralis* (Boisduval) y *Helicoverpa armigera* (Hübner) (LÓPEZ-OLGUÍN *et al.*, 1997, 1998).

En este trabajo hemos estudiado los efectos de diversos porcentajes de semillas secas pulverizadas de *T. havanensis*, en los diferentes estados de desarrollo de la especie plaga de frutales *Ceratitidis capitata* (Wied.). Esta especie cosmopolita, y sujeta a regulaciones cuarentenarias en muchos países por las importantes pérdidas que infringe a las especies atacadas, se controla todavía a nivel mundial con fosforados y piretroides (ADÁN *et al.*, 1996), por lo que existe un gran interés en encontrar productos alternativos que sean más respetuosos con el medio ambiente y el hombre, y en ensayos llevados a cabo en nuestro laboratorio, pusimos de manifiesto los efectos de dos insecticidas a base de azadiractina (ADÁN *et al.*, 1998).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Insectos

Las moscas usadas en los ensayos procedían de una cría masiva de laboratorio, mantenida a 25°C de temperatura, 75% de humedad relativa y 16 h luz de fotoperíodo, según el método de ALBAJES y SANTIAGO-ÁLVAREZ (1980).

Cada ensayo consistió en tres repeticiones por concentración y un control sin tratar y se repitieron dos veces.

### Material vegetal

Frutos maduros de *T. havanensis* se recolectaron en Puebla (México) en abril de 2001, se dejaron secar, se pulverizaron con un molino Culatti® y se pasaron por un tamiz de 1,5 mm.

Para los ensayos se emplearon de tres a cinco concentraciones entre 1 y 5%, porque son las que usan los agricultores en Latinoamérica. Para las larvas neonatas, se usaron sin embargo cuatro concentraciones más entre 0,2 y 0,8% pues las mortalidades registradas en las dosis anteriores fueron del 100%.

### Ensayos con larvas neonatas por ingestión

Grupos de 50 larvas recién emergidas se criaron en cajas de plástico herméticas con 50 g de dieta tratada con nueve concentraciones de *T. havanensis* entre el 0,2 y el 5%, según el método descrito por ADÁN *et al.* (1996). Para obtener larvas de edad uniforme, se sembraron grupos de 100 huevos en cajas herméticas con papel de filtro negro humedecido, y dos días después se eligieron al azar, de entre las emergidas, las larvas a usar en los ensayos.

La mortalidad larvaria y pupal se estimó a partir del número de pupas y adultos obtenidos, respectivamente.

### Ensayos con larvas maduras

Grupos de 10 larvas L<sub>3</sub> de 7 días de edad, que habían saltado de la dieta larvaria para pupar en un medio más seco, se trataron de dos formas diferentes a concentraciones de *T. havanensis* entre el 1 y el 5%: **Por inmersión y tratando el medio de pupación.**

En el tratamiento por inmersión se sumergieron durante 10 minutos. Luego se dejaron secar sobre papel de filtro, y se pasaron a cajas de plástico ventiladas para que puparan.

En el tratamiento del medio de pupación los grupos de 10 larvas puparon en 48 g de vermiculita tratada en cajas de plástico ventiladas según describen ADÁN *et al.* (1996). Tres días después las pupas se sacaban y se pasaban a cajas ventiladas para esperar a la emergencia de adultos.

La mortalidad larvaria y pupal se evaluó como se ha descrito con anterioridad.

### Ensayos con adultos

Grupos de 5 parejas recién emergidas se colocaron en cajas de plástico estandarizadas para ensayos de oviposición (BUDIA y VIÑUELA, 1996) y porcentajes de *T. havanensis* entre el 1 y el 5% se ofrecieron *ad libitum* a las moscas disueltos en el agua de beber o mezclados con la dieta sólida.

Diariamente, durante 10 días se evaluó la mortalidad, porque en este periodo la mortalidad natural es aún baja (ADÁN *et al.*, 1996), y el comportamiento alimenticio, para detectar una posible inhibición de la alimentación. El número acumulado de huevos por hembra durante un periodo de siete días a partir del comienzo de la oviposición, se empleó para evaluar la fecundidad. Tres repeticiones de cincuenta huevos de menos de 24 horas de edad por concentración, recogidos el día cuarto desde el inicio de la puesta, se colocaron en cajas Petri herméticas estandarizadas para este tipo de ensayos (ADÁN *et al.*, 1996), y el número de larvas emergidas se evaluó a las 48 horas.

Para ver el posible efecto inhibitorio en la puesta de *C. capitata*, se sumergieron los algodones que se usan en los ponederos de las moscas para lograr la humedad requerida (BUDIA y VIÑUELA, 1996), en tres concentraciones acuosas de *T. havanensis* entre el 1 y el 5%. La fecundidad se evaluó como se ha descrito anteriormente.

### Ensayo ovicida

Grupos de 50 huevos de menos de 24 días de edad, se colocaron en cajas herméticas con papel de filtro negro en el fondo tratado con tres concentraciones de *T. havanensis* entre el 1 y el 5%. Las larvas emergidas se evaluaron a las 48 horas.

### Análisis estadístico

Los datos se sometieron a análisis de varianza, y las medias se separaron con el test LSD, para una significación del 5%, usando el programa Statgraphics (STSC, 1987). En las tablas los datos se presentan como medias  $\pm$  errores estándar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos observados en *C. capitata* cuando se trató con *T. havanensis*, fueron semejantes a los descritos en esta especie por ADÁN *et al.* (1998) cuando emplearon dos preparados comerciales a base de azadiractina.

### Efecto en larvas neonatas

Las larvas neonatas de *C. capitata* fueron muy susceptibles a *T. havanensis*

cuando se criaron en medio tratado, porque a partir de la concentración del 1%, se registró un 100% de mortalidad en las larvas de primer estadio (Cuadro 1). Para concentraciones inferiores (0,2-0,8%), las larvas fueron capaces de completar el desarrollo, pero el porcentaje de pupas formadas disminuyó significativamente en más del 50% a partir del 0,6%; el porcentaje de adultos emergidos fue significativamente inferior a partir del 0,4%; y para todas las concentraciones se observó un retraso significativo en el desarrollo larvario, al incrementarse notablemente el tiempo que tardaron en pupar.

*C. capitata* fue una especie mucho más sensible que el noctuido *S. littoralis*, porque las larvas neonatas de este último insecto sólo tuvieron una mortalidad significativamente mayor que los testigos a la concentración del 5% cuando *T. havanensis* se incorporaba también a la dieta de cría larvaria (LÓPEZ-OLGUÍN *et al.*, 1997). El efecto de *Trichilia* fue muy rápido en la mosca de la fruta, porque desde la concentración del 1%, se registró un 100% de mortalidad a los tres días, mientras que en *S. exigua* hubo un 94 o un 24% de mortalidad a los 6 días, en las concentraciones del 5 y 1% respectivamente.

Dentro del género *Trichilia* se han observado también en otras tres especies (*Trichilia roka*, *T. connaroides* y *T. hirta*) efec-

Cuadro 1.—Efecto de *Trichilia havanensis* en *Ceratitis capitata* cuando las larvas neonatas se crían en dieta tratada

Concentraciones %	Tratamiento de larvas neonatas			Días hasta pupación <sup>c</sup>
	% Pupas <sup>a</sup>	% Emergencia de adultos <sup>b</sup>		
0	92 $\pm$ 5,29 a	91 $\pm$ 2,40 a		6 $\pm$ 0,33 a
0,2	78 $\pm$ 11,13 a	74 $\pm$ 10,26 ab		14 $\pm$ 0,33 b
0,4	69 $\pm$ 9,26 a	64 $\pm$ 9,86 b		14 $\pm$ 0,33 b
0,6	45 $\pm$ 5,36 b	29 $\pm$ 5,45 c		14 $\pm$ 0,33 b
0,8	36 $\pm$ 3,43 b	26 $\pm$ 2,0 c		33 $\pm$ 0,57 c
1	0	—		—
2	0	—		—
3	0	—		—
4	0	—		—
5	0	—		—

Dentro de la misma columna los datos seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ( $P = 0,05$ ; ANOVA y LSD).

<sup>a</sup>  $F = 9,62$ ;  $df = 4,10$ ;  $P = 0,0019$ .

<sup>b</sup>  $F = 16,74$ ;  $df = 4,10$ ;  $P = 0,0002$ .

<sup>c</sup>  $F = 624,14$ ;  $df = 4,10$ ;  $P = 0,000$ .

Cuadro 2.—Efecto de *Trichilia havanensis* en *Ceratitis capitata* cuando las larvas L<sub>3</sub> se tratan por inmersión o pupan en un medio tratado

Concentraciones %	Tratamientos de larvas L <sub>3</sub>			
	%		%	
	Pupas <sup>a</sup>		Emergencia de adultos	
	Medio pupación	Inmersión	Medio pupación <sup>a</sup>	Inmersión <sup>b</sup>
0	100	100	97,5 ± 2,5	100 ± 0,0
1	100	100	97,5 ± 2,5a	100 ± 0,0 a
2	100	100	100 ± 0,0 a	100 ± 0,0 a
3	100	100	100 ± 0,0 a	100 ± 0,0 a
4	100	100	97,5 ± 2,5 a	100 ± 0,0 a
5	100	100	97,5 ± 2,5 a	97,5 ± 2,5 a

Dentro de la misma columna, datos seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ( $P = 0.05$ ; ANOVA y LSD).

Cuadro 3.—Efectos de *Trichilia havanensis* en los adultos de *Ceratitis capitata*. Influencia de la forma de suministrar el insecticida

Concentraciones %	Tratamientos de adultos					
	Huevos/hembra, 7d		%		%	
	7d		Eclosión		Mortalidad, 10d	
	Dieta <sup>a</sup>	Agua <sup>b</sup>	Dieta <sup>c</sup>	Agua <sup>d</sup>	Dieta <sup>e</sup>	Agua <sup>f</sup>
0	223 ± 37,67 a	261 ± 21,65 a	84 ± 4,00 a	95 ± 1,44 a	5,0 ± 2,56 a	2,5 ± 2,5 a
1	205 ± 19,00 a	191 ± 22,02 ab	—	75 ± 5,04 b	0,0 ± 2,56 a	2,5 ± 2,5 a
2	210 ± 37,06 a	172 ± 46,72 b	—	74 ± 4,41 b	0,0 ± 2,56 a	10,0 ± 4,1 a
3	170 ± 22,13 a	128 ± 22,39 b	81 ± 2,98 a	70 ± 4,21 b	5,0 ± 2,56 a	5,0 ± 2,9 a
4	214 ± 20,59 a	131 ± 23,83 b	—	63 ± 4,58 b	0,0 ± 2,56 a	10,0 ± 4,1 a
5	183 ± 20,90 a	133 ± 10,10 b	76 ± 2,06 a	68 ± 8,25 b	2,5 ± 2,56 a	2,5 ± 2,5 a

Dentro de la misma columna, datos seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ( $P = 0.05$ ; ANOVA y LSD).

<sup>a</sup>  $F = 0.53$ ;  $df = 5,18$ ;  $P = 0.74$ .

<sup>b</sup>  $F = 3.70$ ;  $df = 5,18$ ;  $P = 0.0177$ .

<sup>c</sup>  $F = 1.84$ ;  $df = 2,9$ ;  $P = 0.2141$ .

<sup>d</sup>  $F = 5.53$ ;  $df = 5,17$ ;  $P = 0.0033$ .

<sup>e</sup>  $F = 0.92$ ;  $df = 5,18$ ;  $P = 0.494$ .

<sup>f</sup>  $F = 1.34$ ;  $df = 5,18$ ;  $P = 0.2907$ .

tos larvicidas en lepidópteros noctuidos (*Spodoptera frugiperda* y *Peridroma saucia*), al ensayar con extractos de semillas y de otras partes de la planta (ISMAN *et al.*, 1995).

### Efecto en larvas maduras

Ni el tratamiento del medio de pupación, ni la inmersión en soluciones de *T. havanensis* entre el 1 y el 5%, tuvo ningún efecto en el desarrollo de las larvas L<sub>3</sub> maduras que habían abandonado la dieta larvaria para pupar (Cuadro 2). En ambos casos tanto el porcentaje de pupas formadas, como el de adultos emergidos, fue significativamente igual al de los testigos.

### Efecto en los adultos

Se observó una influencia del método de tratamiento, en los efectos que *T. havanensis* produjo en los adultos de *C. capitata* (Cuadro 3). Cuando el insecticida se suministró *ad libitum* mezclado con la dieta sólida, no se registraron alteraciones ni en la mortalidad medida a los 10 días, ni en la capacidad reproductora, porque tanto la fecundidad como la fertilidad fueron significativamente iguales a las de los testigos.

Sin embargo, cuando el insecticida se dio *ad libitum* disuelto en el agua, no tuvo ningún efecto en la mortalidad, pero redujo significativamente en todas las concentraciones la capacidad reproductora, especialmente la fecundidad, que disminuyó un 26,82 y un

49,04% y la fertilidad un 21,05 y un 28,42%, para las concentraciones de 1 y 5% respectivamente

*T. havanensis* no tuvo ningún efecto inhibitorio de la puesta de esta plaga cuando se trataron los algodones que se usan en los ponederos para conseguir la humedad adecuada, porque el número de huevos depositados por las hembras de cajas tratadas o testigo, fue idéntico (Cuadro 4).

Cuadro 4.—Efecto inhibitorio de la oviposición de *Ceratitis capitata*, por *Trichilia havanensis*

Tratamiento de algodón de los ponederos	
Concentraciones %	Huevos/hembra, 7d
0	276 ± 27,19 a
1	306 ± 19,26 a
3	255 ± 29,94 a
5	223 ± 35,33 a

Datos seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ( $P = 0.05$ ; ANOVA y LSD)  $F = 1,48$ ;  $df = 3,12$ ;  $P = 0,2688$ .

### Efecto ovidica

Se detectó un ligero efecto ovidica de *T. havanensis* en huevos de menos de 24 horas

Cuadro 5.—Efecto ovidica de *Trichilia havanensis* en huevos de menos de 24 h de *Ceratitis capitata*

Tratamiento ovidica	
Concentraciones %	%, Eclósión
0	93 ± 1,76 a
1	92 ± 2,00 a
3	85 ± 1,76 b
5	84 ± 1,76 b

Datos seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ( $P = 0.05$ ; ANOVA y LSD)  $F = 5,99$ ;  $df = 3,8$ ;  $P = 0,0192$ .

de la mosca, porque los porcentajes de eclosión disminuyeron significativamente para las concentraciones del 3 y 5%.

### CONCLUSIÓN

Las semillas pulverizadas de *T. havanensis* han producido en la mosca de la fruta unos efectos similares a los de otras meliáceas, y que recuerdan también a insecticidas de síntesis RCI (reguladores del crecimiento de los insectos): mayor actividad en los primeros estadios larvarios, retraso en el crecimiento, sin efectos letales en los adultos aunque sí se observa una reducción de su capacidad reproductora.

La obtención e identificación de diferentes extractos de las semillas y de otras partes de la planta permitirán profundizar en su actividad insecticida y en sus posibilidades de uso práctico.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado con los proyectos AGF98-0715 y AGF99-1135 (M<sup>o</sup> Educación y Cultura). J. López-Olguín agradece a la UPM la invitación recibida para realizar una estancia de 45 días en España, dentro del programa de *Cooperación interuniversitaria AL.E. 2001* de la AECE, que fue financiada por la AECE y la UPM. E.Ould-Abdallahi es becario predoctoral del Instituto Español de Cooperación con el Mundo Árabe (Ministerio de Asuntos Exteriores).

### ABSTRACT

LÓPEZ-OLGUÍN J., A. ADÁN, E. OULD-ABDALLAHI, F. BUDIA, P. DEL ESTAL, E. VIÑUELA, 2002. Effects of *Trichilia havanensis* (Meliaceae) in the Medfly *Ceratitis capitata*. *Bol. San. Veg. Plagas*, **28**: 299-306.

Effects of grounded seeds from *Trichilia havanensis*, at concentrations from 1 to 5%, have been investigated in the laboratory, in different developmental stages of the Medfly *Ceratitis capitata*. Adults were fed continuously *ad libitum* with the product, both in the solid diet or in the water. Only in the last case, there was an effect, and

both fecundity and fertility were decreased at every concentration. There was not inhibition of oviposition when the cotton used in the oviposition containers to provide humidity, was soaked with the product. When neonate larvae were reared in the presence of *T. havanensis*, 100% mortality was recorded from 1% onwards. At lower concentrations, a decrease on the percentages of pupae and adults, and a delay on the developmental time, were recorded. L. larvae were not affected when they were allowed to pupate in a treated substratum or when they were exposed via immersion in insecticide solutions. A slight ovicidal effect was observed by direct treatment of eggs, from 3% onwards.

**Key words:** *Trichilia havanensis*, Meliaceae, *Ceratitis capitata*, adults, larvae, eggs.

#### REFERENCIAS

- ADÁN A., DEL ESTAL P., BUDIA F., GONZÁLEZ M. y VIÑUELA E.: 1996. Laboratory evaluation of the novel naturally derived compound spinosad against *Ceratitis capitata*. *Pestic. Sci.* **48**: 261-268.
- ADÁN A., SORIA J., DEL ESTAL P., SÁNCHEZ-BRUNETE C. y VIÑUELA E.: 1998. Acción diferencial de dos formulaciones de azadiractina sobre estados de desarrollo de *Ceratitis capitata*. *Bol. San. Veg. plagas* **24**: 1009-1018.
- ALBAJES R. y SANTIAGO-ÁLVAREZ C.: 1980. Efectos de la densidad larvaria y la alimentación en la proporción sexual de *Ceratitis capitata*. *Anales INIA/Serie Agrícola* **13**: 175-182.
- ANÓNIMO, 1989: *Reglamento y normas técnicas*. CRAE (Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica). Madrid. 105 pp.
- ARENAS C. y RODRÍGUEZ-HANN L.: 1990. Limonoids from *Trichilia havanensis*. *Phytochemistry* **29**: 2953-2956.
- BALANDRÍN M. F., KLOCKE J. A. WARTELE E. S. y BOLLINGER W. H.: 1985. Natural plant chemicals: sources of industrial and medical materials. *Science* **228**: 1154-1160.
- BOLLER E.F., EL TITI A., GENDRIER J.P., AVILLA J., JÖRG E. y MALAVOLTA. 1999. Integrated production. Principles and technical guidelines. 2<sup>nd</sup> ed. 1999. *IOBC/wprs Bull* **22**: 1-37.
- BUDIA F., ADÁN A., MEDINA M<sup>a</sup>. P. y VIÑUELA E.: 2000. Efectos secundarios de 3 modernos plaguicidas por contacto residual en adultos de *Podisus maculiventris*. *Bol. San. Veg. Plagas* **26**: 521-526.
- BUDIA F. y VIÑUELA E.: 1996. Effects of cyromazine on adult *Ceratitis capitata* on mortality and reproduction. *J. Econ. Entomol.* **89**: 826-831.
- CASIDA J.E. y QUISTAD G.B.: 1998: golden age of insecticide research: past, present or future?. *Ann. Rev. Entomol.* **43**: 1-16.
- CHAMPAGNE D.E., KOUL O., ISMAN M.B., SCUDER G.G.E. y TOWERS G.H.N.: 1992. Biological activity of limonoids from the Rutales. *Phytochemistry* **31**: 377-394.
- HARBORNE J.B.: 1982: *Introduction to ecological biochemistry*. Academic Press. London. 278 pp.
- ISMÁN M.B., ARNASON J.T. & TOWERS G.H.N. (1995). "Chemistry and Biological Activity of Ingredients of other Species of Meliaceae" en *The neem tree Azadirachta indica A. Juss and other Meliaceous plants source of unique natural products for integrated pest management, medicine, industry and other purposes*. VCH. Weinheim. Germany. 691 pp.
- JERMY T.: 1990. Prospects of antifeedant approach to pest control. A critical view. *J. Chemical Ecology* **16**: 3151-3166.
- LIÑÁN C. de.: 2000. Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales 2001. C. Liñán ed. Agrotécnicas S.L. Madrid, 668 pp
- LÓPEZ-OLGUÍN J., ARAGÓN A., HANDAL A., VIÑUELA E. y CASTAÑERA P.: 1999. Métodos para la extracción y evaluación de actividad de productos vegetales contra insectos. En *Recursos naturales. Medio ambiente y agricultura. Problemas y estrategias*: 99-113. Aragón A. y López-Olguín J. (eds). BUAP. México.
- LÓPEZ-OLGUÍN J.; BUDIA F., CASTAÑERA P. y VIÑUELA E.: 1997: Actividad de *Trichilia havanensis* Jacq. (Meliaceae) sobre larvas de *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae). *Bol. San. Veg. Plagas* **23**: 3-10.
- LÓPEZ-OLGUÍN J.; DE LA TORRE M.C.; VIÑUELA E. y CASTAÑERA P.: 1998: Actividad de extractos de *Trichilia havanensis* Jacq. Sobre larvas de *Helicoverpa armigera* (Hübner). *Bol. San. Veg. Plagas* **24**: 629-636.
- MEDINA M<sup>a</sup>. P., BUDIA F., TIRRY L., SMAGGHE G. y VIÑUELA E.: 2001: Compatibility of Spinosad, Tebufenozide and Azadirachtin with eggs and pupae of the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens) under laboratory conditions. *Biocontrol Scien. & Technol.* **11**: 597-610.
- MORDUE A.J. y BLACKWELL A.: 1993: Azadirachtin: an update. *J. Insect Physiol.* **39**: 903-924.
- PASCUAL-VILLALOBOS M<sup>a</sup>. J.: 1996: *Plaguicidas naturales de origen vegetal: estado actual de la investigación*. IINIA. Colección Monografías INIA **92** 35pp.
- RUIZ A., PRADES J., CANO F. J. y ABRIL E.: 1999: Align<sup>®</sup>, insecticida natural de origen vegetal, compatible con los sistemas de producción integrada. *Phytoma España* **103**: 54-60.
- SCHNEIDER M. I., BUDIA F., REMES LENICOV A. M. M., GOBBI A. y VIÑUELA E.: 2000: Toxicidad tóxica del Tebufenocida, Spinosad y Azadiractina sobre pupas del parasitoide *Hypoosoter didymator*. *Bol. San. Veg. Plagas* **26**: 465-474.
- SCHOONHOVEN L. M., JERMY T. y VAN LOON J. J. A.: 1998: *Insect-plant biology*. Chapman and Hall. UK. 409 pp.

- SCHMUTTERER H. (ed) 1995: *The neem tree Azadirachta indica A. Juss and other Meliaceae plants source of unique natural products for integrated pest management, medicine, industry and other purposes*. VCH. Weinheim. Germany. 691 pp.
- STSC. 1987: *User's guide Statgraphics*. Graphic software System. STSC Inc. Rockville. M.D. USA.
- TAYLOR D.A.H. 1981: Chemotaxonomie: the occurrence of limonoids in the Meliaceae. En *Flora Neotropica*. Monograph 28. (Pennington T.D. ed), pp 450-459. The New York Botanical Garden, N.Y.
- VIÑUELA E., HÄNDEL U. y VOGT H. 1996: Evaluación en campo de los efectos secundarios de dos plaguicidas de origen botánico, una piretrina natural y un extracto de neem, sobre *Chrysoperla carnea*. *Bol. San. Veg. Plagas* **22**: 97-106.
- VIÑUELA E., MEDINA P., SCHNEIDER M., GONZÁLEZ M., BUDIA F., ADÁN A. y DEL ESTAL P. 2001: Comparison of side-effects of spinosad, tebufenozide and azadirachtin on the predators *Chrysoperla carnea* and *Podisus maculiventris* and the parasitoids *Opius concolor* and *Hyposoter didymator* under laboratory conditions. *OILB/IOBC Bull.* **24(4)**: 25-34.
- VOGT H.; GONZÁLEZ M.; ADÁN A.; SMAGGHE G. y VIÑUELA E. 1998: Efectos secundarios de la azadirachtina vía contacto residual en larvas jóvenes del depredador *Chrysoperla carnea*. *Bol. San. Veg. Plagas* **24**: 67-78.
- VOGT H. y VIÑUELA E. 2001: Effects of pesticides. In: *Lacewings in the crop environment*: 357-366. McEwen P; New T.R. & Whittington A.E. (eds.) Cambridge University Press. UK.

(Recepción: 17 enero 2002)  
(Aceptación: 7 mayo 2002)