

## Toxicidad de terpenoides de *Cyrtocymura cincta* (Asteraceae) sobre el ciclo de vida de *Spodoptera latifascia* (Lepidoptera: Noctuidae)

S. B. POPICH, D. ALVAREZ VALDÉS, A. BARDÓN

En la presente contribución se describen los efectos producidos por los sesquiterpenoides de *Cyrtocymura cincta* (Griseb.) H. Robinson (Asteraceae) sobre la duración del ciclo de vida, oviposición y viabilidad de los huevos de *Spodoptera latifascia* (Lepidoptera: Noctuidae). Adicionalmente, se presentan los resultados de la evaluación de dos índices fisiológicos: RGR y CI. El primero es la tasa de crecimiento relativo mientras que el segundo indica el consumo de alimento ingerido durante el estado larval. Estos índices han sido ocasionalmente utilizados para determinar el rol de los productos naturales en la resistencia de plantas a la herbivoría. Se incorporaron tres concentraciones (150, 300 y 600 ppm) de la fracción sesquiterpénica del extracto clorofórmico de la planta, a la dieta artificial del insecto. A 600 ppm se observó una mortalidad total en larvas y pupas. A 300 y 150 ppm se observó un alargamiento de los estados larval y pupal con relación al control. A 300 ppm la oviposición disminuyó un 40% y la viabilidad de los huevos de este experimento fue nula. Los índices fisiológicos indicaron que una dieta tratada con 600 ppm afecta significativamente el crecimiento durante el período larval comprendido entre los días 7 al 21 del experimento, sin embargo la ingesta no acusa diferencias.

S. B. POPICH, D. ALVAREZ VALDÉS, A. BARDÓN. Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Universidad Nacional de Tucumán, Ayacucho 471, 4000 Tucumán, Argentina; e-mail: alisan@fbqf.unt.edu.ar

**Palabras clave:** Lepidoptera, Asteraceae, sesquiterpenoides, toxicidad, oviposición, RGR, CI.

### INTRODUCCIÓN

*Cyrtocymura cincta* (Tribu Vernoniaeae, Familia Asteraceae) es una hierba de flores rosadas ampliamente distribuida por las regiones tropicales y subtropicales de América del Sur. El extracto clorofórmico extraído de las partes aéreas de esta especie contiene mayoritariamente lactonas sesquiterpénicas (LS) con esqueleto germacranólido (BORKOSKY *et al.*, 1996). Las LS son sustancias biológicamente activas (FELLOWS *et al.*, 1992) frecuentemente aisladas de especies

de la familia Asteraceae (EMERENCIANO *et al.*, 1985). En estudios de zoofarmacognosia se ha comprobado que estas sustancias ejercen efectos cardiotónicos y neurotóxicos sobre chimpancés (JISAKA *et al.*, 1992; ROBLES *et al.*, 1995), como así también efectos antiinflamatorios en tejidos peritoneales e intestinales de roedores (SILVÁN *et al.*, 1998).

Varios elemanólidos y eudesmanólidos (LS) han mostrado citotoxicidad sobre las líneas celulares cancerígenas humanas HCT-15, HT-29, SiHa y T47-D (KOUL *et al.*, 2003)

y SMMC-7721 y HO-8910 (YANG *et al.*, 2003). También manifiestan efectos antiparasitarios sobre *Plasmodium falciparum*, protozoo causante de la malaria (MUHAMMAD *et al.*, 2001) y larvicida sobre *Culex pipiens* (ALY & BADRAN, 1995).

Las LS obtenidas de varias especies de la tribu Vernoniaceae mostraron ser disuasorios alimentarios de larvas de lepidópteros de importancia agronómica, (BURNETT *et al.*, 1974, MABRY & GILL, 1977, YASUI *et al.*, 1998, KOUL, *et al.*, 2000, CÉSPEDES *et al.*, 2001, BRUNO *et al.*, 2002). Muchas de ellas inhibieron el crecimiento larval de varias especies de lepidópteros provocando intoxicación y muerte (RODRÍGUEZ *et al.*, 1976, MULLIN *et al.*, 1991, CÉSPEDES *et al.*, 2001, DATTA & SAXENA, 2001, SUDARARAJAM & KUMUTHAKALAVALLI, 2001, KOUL *et al.*, 2003). Particularmente las lactonas sesquiterpénicas de *C. cincta* ocasionaron deformaciones en abdomen, patas y alas de la polilla de los granos almacenados *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae) e inhibieron el crecimiento en el disco germinal de huevos de la misma especie (BARDÓN *et al.*, 1999).

Debido a que las LS son rápidamente degradadas en el medio ambiente y por lo expuesto, promisorias en su uso como controladores de insectos, hemos realizado una serie de experimentos para investigar la influencia de las LS de *C. cincta* incorporadas a la dieta, sobre la duración de los estados larval y pupal, oviposición y viabilidad de los huevos de *Spodoptera latifascia* Walker (Noctuidae: Anphipirinae). Adicionalmente se evaluó la mortalidad en dependencia con la concentración de LS agregadas a la dieta, como así también su acción sobre la nutrición del insecto, estudiando dos índices fisiológicos RGR (crecimiento relativo del insecto en el estado larval) y CI (consumo de alimento) (SHEA & ROMEO, 1991, PARRA, 1994).

*S. latifascia*, es una especie generalista, plaga ocasional de algunos cultivos en Argentina, tales como algodón, soja, tomate y tabaco y puede ser fácilmente criada en laboratorio con dieta artificial.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**MATERIAL VEGETAL.** Las partes aéreas de *C. cincta* se recolectaron en el Departamento Yerba Buena, provincia de Tucumán, Argentina. Las flores y hojas, secadas al aire, fueron extraídas con cloroformo y el residuo posteriormente cromatografiado en columna de sílica-gel. De la fracción cromatográfica que contenía las lactonas sesquiterpénicas se evaporó el solvente y el residuo fue agregado en diferentes concentraciones a la dieta artificial de *S. latifascia*.

**INSECTOS.** Para este estudio se seleccionaron larvas de segundo estadio de *S. latifascia* que provenían de poblaciones mantenidas en cría a través de varias generaciones y sin exposición a ningún producto químico.

**BIOENSAYOS CON LARVAS.** Fue escogida como control una porción de 300 g de dieta a la que se adicionó cloroformo que luego fue evaporado a sequedad. A otras tres porciones del mismo peso, se les adicionaron respectivamente soluciones clorofórmicas de la fracción lactónica a concentraciones de 150, 300 y 600 ppm (peso de extracto/ peso de dieta), y el solvente fue luego totalmente evaporado. Porciones de dieta de peso conocido se colocaron en diez tubos de ensayo con una larva de 2° estadio en cada uno. Este procedimiento se siguió para el experimento control y para cada concentración de tratamiento. A fin de determinar los índices fisiológicos (RGR y CI), cada larva sobreviviente fue pesada al inicio y al final de la experiencia como así también la dieta y las meconias producidas. Se determinó la duración de los estados larval y pupal y los porcentajes de mortalidad con respecto al control.

Toda la prueba se realizó en condiciones controladas de humedad, temperatura y fotoperíodo ( $26 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $60 \pm 5\%$  HR y 10 HL).

**ÍNDICES FISIOLÓGICOS.** Se consideraron los índices RGR y CI

$$\text{RGR} = (A - B) / \text{BT}$$

$$\text{CI} = D / \text{BT}$$

Donde:

B = Peso (mg) medio de las larvas al comienzo del experimento.

A = Peso (mg) medio de las larvas al final.

T = Tiempo que dura el experimento.

D = Peso (mg) promedio de dieta ingerida por insecto en todo el período evaluado.

RGR: Indica el crecimiento diario (promedio) en peso ganado por los insectos durante el tiempo en que duró el experimento, en relación al peso inicial.

CI: Se define como la relación entre el peso promedio de dieta ingerida por día en relación al peso inicial de insectos.

**BIOENSAYO DE CAPACIDAD DE OVIPOSICIÓN Y VIABILIDAD.** Se seleccionaron tres parejas de adultos del testigo y tres de las pruebas de 150 y 300 ppm para evaluar la oviposición y viabilidad de huevos. Las parejas se introdujeron en bolsas de papel de 50x35x10 cm con alimento para adultos. Diariamente las masas de huevos fueron retiradas de las bolsas, lavadas con una solución de hipoclorito de sodio al 0,5 % y determinado el número de huevos. Los huevos, separados por prueba, fueron colocados en recipientes a temperatura y humedad controladas (idénticas a las descritas para larvas) a fin de evaluar la viabilidad de los mismos. Las larvas emergidas fueron contadas y luego eliminadas.

**DIETAS.** Se emplearon las dietas para larvas y adultos descritas por KAS-TEN *et al.*, 1978, con algunas modificaciones, según se describe en Cuadros 1 y 2.

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO.** Los resultados se expresan como media  $\pm$  Desvío Estándar. Las diferencias en las medias fueron evaluadas por Análisis de la Varianza (ANOVA). Para comparación de grupos se utilizaron los tests de Tukey y de Mínimas Diferencias. En todos los análisis estadísticos los valores de  $p > 0,05$  fueron considerados no significativos. Se utilizó el programa 2000 Analytical Software Statistix 7 para Windows.

Cuadro 1. Dieta para larvas

Componentes	Cantidad (g)
Porotos blancos hervidos y licuados	250,00
Extracto de levadura de cerveza	3,00
Germen de trigo	12,50
Agar agar	12,50
Agua destilada	500,00
Ácido ascórbico	1,50
<i>p</i> -hidroxibenzoato de metilo	1,50
Formaldehído (38 %)	4,00

Cuadro 2. Dieta para adultos

Componentes	Cantidad (g)
Agua destilada	500,00
Sacarosa	6,00
<i>p</i> -hidroxibenzoato de metilo	1,00

## RESULTADOS

La fracción lactónica agregada a la dieta contenía los germacranólidos **1a**, **1b**, **2a** y **2b** (Fig. 1) en proporción relativa 1:6:4:5. Los resultados de los bioensayos se presentan en las Cuadros 3, 4 y 5.

La evaluación de la mortalidad durante el ciclo de vida mostró que la totalidad de las larvas alimentadas con dieta adicionada con 600 ppm de tratamiento murieron intoxicadas a partir del 4° estadio larval. Sin embargo, en los experimentos de 150 y 300 ppm, no se observaron diferencias significativas en la mortalidad con respecto al control.

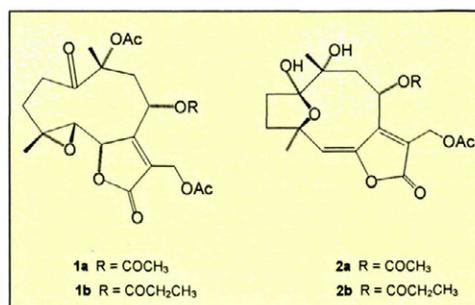


Figura 1. Lactonas sesquiterpénicas de *C. cincta*

Cuadro 3. Efecto de tres concentraciones de tratamiento sobre la duración de los ciclos larval y pupal de *S. latifascia*

Tratamiento	Duración estado larval (días) <sup>c,d</sup>	Duración del estado pupal (días) <sup>c,d</sup>
Control	23,55±2,60a	8,22±1,20a
150 ppm	27,11±3,51b	8,87±1,55a
300 ppm	28,56±2,35b	11,42±2,37b
600 ppm	No completa el estado larval	No hay población

<sup>c</sup> Los resultados se informan como Medias ± DE.

<sup>d</sup> Las Medias dentro de una columna seguidas por la misma letra representan diferencias no significativas ( $p>0,05$ ).

Cuadro 4. Efecto de tres concentraciones de tratamiento sobre la duración de los ciclos larval y pupal de *S. latifascia*

Concentraciones	Oviposición <sup>c,d</sup>
Control	105,70±80,04a
150 ppm	104,33±53,20a
300 ppm	59,83±52,32b

<sup>c</sup> Los resultados se informan como Medias ± DE.

<sup>d</sup> Las Medias dentro de una columna seguidas por la misma letra representan diferencias no significativas ( $p>0,05$ ).

La duración total de los estados de larva y pupa para los grupos prueba sobrevivientes (150 y 300 ppm), mostró un incremento significativo respecto del control. Como se describe en el cuadro 3, las medias de duración del período larval para el control y los experimentos de 150 y 300 ppm son  $23,55 \pm 2,60$ ;  $27,11 \pm 3,51$  y  $28,56 \pm 2,35$  días, respectivamente, representando incrementos de 19,36 y 21,27 % para las concentraciones de 150 y 300, respectivamente con respecto al control. En el experimento de 300 ppm la duración del período pupal (media  $11,42 \pm$

2,37 días) se incrementó un 28,02 % con respecto al control (media  $8,22 \pm 1,20$  días).

Por otra parte, la capacidad de oviposición se vio significativamente disminuida (44% respecto del control) para hembras tratadas con 300 ppm. Ninguno de los huevos ovipuestos por ellas fue viable (Cuadro 4).

En un ensayo de elección alimentaria (choice test) no se notaron diferencias en la selección de dietas tratadas y de control a ninguna de las dosis evaluadas por lo que los resultados no se incluyen en el presente trabajo.

En el Cuadro 5 se presentan los valores de los índices fisiológicos RGR y CI. A 600 ppm se observaron diferencias significativas en el crecimiento de las larvas, pues ocurre una caída del 31,5% en los valores de RGR. Por otra parte, aunque el promedio de peso de ingesta disminuyó tal como lo muestra el CI, no se observaron diferencias significativas en ningún caso.

## DISCUSIÓN

MABRY & GILL, en 1977, informaron un incremento de 30% y 20% en el número de

Cuadro 5. Índices fisiológicos

Tratamiento	RGR <sup>c,d</sup>	CI <sup>c,d</sup>
Control	2,92±1,27a	172,475±92,94a
150 ppm	3,09±1,65a	144,85±93,94a
300 ppm	3,21±1,65a	140,95±99,25a
600 ppm	0,97±0,78b	105,85±26,09a

<sup>c</sup> Los resultados se informan como Medias ± DE.

<sup>d</sup> Las Medias dentro de una columna seguidas por la misma letra representan diferencias no significativas ( $p>0,05$ ).

días de los estados larval y pupal, respectivamente, tanto para *S. eridania* como para *S. frugiperda*, cuando a la dieta artificial se agregó un 5% de una mezcla de LS. En nuestros bioensayos se observaron efectos similares a concentraciones muy inferiores. Por otra parte, ninguna de las LS evaluadas en el presente trabajo mostró ser disuasoria alimentaria, en oposición a los resultados de BURNETT *et al.*, 1974, SIMMONDS *et al.*, 1989, YASUI *et al.*, 1998, KOUL *et al.*, 2000 y CÉSPEDES *et al.*, 2001.

En investigaciones de laboratorio relacionadas con la evaluación de tóxicos contra insectos, se emplean los índices fisiológicos mencionados en apartados anteriores. Nuestros resultados (Cuadro 5) muestran que los valores de CI no se modifican significativamente con nuestro tratamiento, pues las larvas comen las dietas control y tratadas durante el período del experimento. Sin embargo, el tratamiento de 600 ppm provoca una disminución significativa en el peso de las larvas, indicado por un valor de RGR de  $0,97 \pm 0,78$ , lo que indicaría que a 600 ppm el tratamiento produce una intoxicación. Finalmente, también a 600 ppm, nuestro tratamiento produjo el 100% de mortalidad larval. Es importante destacar que esta concentración es menor que la empleada por RODRÍGUEZ *et al.*, 1976, MULLIN *et al.*, 1991, CÉSPEDES *et al.*, 2001, DATTA & SAXENA, 2001, SUDARARAJAM & KUMUTHAKALAVALLI, 2001 y KOUL *et al.*, 2003, para conseguir los mismos efectos.

Aparentemente, la incorporación de 150 y 300 ppm de tratamiento no produce efectos observables en el tiempo evaluado, por tratarse de un lepidóptero generalista en el que la capacidad de detoxificación es mayor que en un insecto especialista.

Adicionalmente, tal como se observara en ensayos previos (BARDÓN *et al.*, 1999) sobre *S. cerealella*, nuestros presentes resultados muestran una alteración en la capacidad de oviposición de la filial 1 de *S. latifascia* y la total inviabilidad de los huevos.

Los resultados aquí mencionados son consistentes con la extensa bibliografía sobre los efectos de terpenoides sobre diferentes sistemas vivos. Particularmente la actividad biológica de las LS es atribuida a la presencia en la molécula de un agrupamiento *exo*-metilén-g-lactona unida a otros grupos funcionales oxigenados (RODRÍGUEZ *et al.*, 1976) los cuales pueden reaccionar con grupos sulfhidrilos de proteínas. Es de destacar que aunque las lactonas descritas en el presente trabajo carecen del mencionado agrupamiento estructural, se producen efectos similares a los descritos por Rodríguez *et al.*, 1976.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue subvencionado por el Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán (CIUNT) y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de Argentina (ANPCyT).

## ABSTRACT

POPICH S. B., D. ALVAREZ VALDÉS, A. BARDÓN. 2005. Toxicity of terpenoids from *Cyrtocymura cincta* (Asteraceae) on the life cycle of *Spodoptera latifascia* (Lepidoptera: Noctuidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, **31**: 179-185.

In the present work we described the effects produced by sesquiterpenoids isolated from *Cyrtocymura cincta* (Griseb.) H. Robinson (Asteraceae), on the life cycle, oviposition, and egg viability of *Spodoptera latifascia* (Lepidoptera: Noctuidae). In addition, we evaluated two physiological indices: RGR and CI. The first is the relative growth rate of larvae, while the latter indicates the ingestion capacity during the larval stage. These indices have been occasionally used to determine the role of plant natural products in the resistance to herbivory. Three concentrations (150, 300 and 600 ppm) of the sesquiterpene containing fraction from the chloroform plant extract were incorporated into the artificial diet of *S. latifascia* larvae. Larval mortality arose to 100% when 600 ppm of the extract was added to the diet. Larval and pupal developmental period were significantly longer for the 150 and 300 ppm bioassays, compared with control. A drastic effect was observed in the oviposition capacity and viability of eggs laid by females who fed on treated diets as larvae. None of the eggs laid by females exposed to the 300 ppm concentration produced viable offspring. The 600 ppm treatment produced significant differences in the RGR index, while the eating capacity (CI) was not significantly affected at the tested doses.

**Key words:** Lepidoptera, Asteraceae, sesquiterpenoids, toxicity, oviposition, RGR, CI.

## REFERENCIAS

- ALY, M. Z. Y., BADRAN, R. A. M. 1995. Mosquito control with extracts from plants of the Egyptian Eastern Desert. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, **3**(4): 3-8.
- BARDÓN, A., POPICH, S. B., ALVAREZ VALDÉS, D., CATALÁN, C. A. N. 1999. Toxic effects of a lactone-containing fraction of *Cyrtocymura cincta* (Asteraceae) on *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *J. Econ. Entomol.*, **92**(6): 1369-1372.
- BORKOSKY, S., ALVAREZ VALDÉS, D., BARDÓN, A., DÍAZ, J. G., HERZ, W. 1996. Sesquiterpene lactones and other constituents of *Eirmocephala megaphylla* and *Cyrtocymura cincta*. *Phytochemistry*, **42**(6): 1637-1639.
- BRUNO, M., PIOZZI, F., MAGGIO, A. M., ROSSELLI, S. J., SIMMONDS, M. S., SERVETTAZ, O. 2002. Antifeedant activity of neo-clerodane diterpenoids from *Teucrium arduini*. *Biochem. Syst. Ecol.*, **30** (6): 595-599.
- BURNETT, JR., W. C., JONES JR., S. B., MABRY, T. J., PADOLINA, W. 1974. Sesquiterpene lactones-Insect Feeding Deterrents in Vernonia. *Biochem. Syst. Ecol.*, **2**: 25-29.
- CÉSPEDES, C. L., ALARCÓN J., ARANDA, E., BECERRA, J., SILVA, M., 2001. Insect growth regulator and insecticidal activity of  $\alpha$ -dihydroagarofurans from *Maytenus* sp. (Celastraceae). *Z. Naturforsch.*, **56**(7-8): 603-613.
- DATTA, S., SAXENA, D. B. 2001. Pesticidal properties of parthenin (from *Parthenium hysterophorus*) and related compounds. *Pest Manag. Sci.*, **57**(1): 95-101.
- EMERENCIANO, V. DE P., KAPLAN, M. A. C., GOTTLIEB, O. R. 1985. Evolutions of sesquiterpenes lactones in Angiosperms. *Biochem. Syst. Ecol.*, **13**(2): 145-166.
- FELLOWS, L. E., COLE, M. D., NASH, R. J., KITE, G. C. 1992. Studies in the valuation of plant chemicals. En: Poisonous Plants. James, L. F., R: F. Keeler, E. M. Bayley, P. R. Cheeke & M. P. Hegarty. (Eds.), Proceedings of the Third International Symposium. Iowa State University Press, Iowa, pp 329-334.
- JISAKA, M., OHIGASHI, H., TAKEGAWA, K., HIROTA, M., IRIE, R., HUFFMAN, M. A., KOSHIMIZU, K. 1992. Steroids glucosides from *Vernonia amygdalina*, a possible chimpanzee medical plant. *Phytochemistry*, **34**(2): 409-413.
- KASTEN JR. P., PRECETI, A. A. C. M., PARRA, J. R. P. 1978. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. *Revista de agricultura, Piracicaba*, **53**(1-2): 68-78.
- KOUL, O., JAIN, M. P., SHARMA, V. K. 2000. Growth inhibitory and antifeedant activity of extracts from *Melia dubia* to *Spodoptera litura* and *Helicoverpa armigera* larvae. *Indian J. Exp. Biol.*, **38**(1):63-68.
- KOUL, J. L., KOUL, S., SING, C., TANEJA, S. C., SHAMMUGAVEL, M., KAMPASI, H., SAXENA, A. K., QAZI, G. N. 2003. *In vitro* cytotoxic elemnanolides from *Vernonia lasiopos*. *Planta Med.*, **69**(2): 164-166.
- MABRY, T. J., GILL D J. E. 1977. Antifeedant sesquiterpene lactones in the Compositae. En: Host Plant Resistance to Pests. Hendin, P. A. (Ed.), ACS Symposium Series, No. 62, American Chemical Society, Washington DC, pp 179 - 184.
- MUHAMMAD, I., LI, X. C., DUMBAR, D. C., ELSOHLY, M. A., KHAN, I. A. 2001. Antimalarial (+)-trans-hexadihydrobenzopyran derivatives from *Machareium multiflorum*. *J. Nat. Prod.*, **64**(10):1322-1325.
- MULLIN, C. A., ALFATAFTA, A. A., HARMAN, J. L., SERINO A. A., EVERETT, S. L. 1991. Corn rootworm fee-

- ding on sunflower and other Compositae. En: Naturally occurring pest bioregulators. Hendin, P. A. (Ed.), ACS Symposium Series 449, American Chemical Society, Washington DC, pp 278-292.
- PARRA, J. R. P. 1994. Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico. Parra, J. R. P. (Ed.), Universidad de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Entomologia. Piracicaba, pp 1-191.
- ROBLES, M., AREGULLIN, M., WEST, J., RODRÍGUEZ, E. 1995. Recent studies on the zoopharmacognosy, pharmacology and neurotoxicology of sesquiterpene lactones. *Planta Med.*, **61**(3): 199-203.
- RODRÍGUEZ, E., TOWERS, G. H. N., MITCHELL, J. C. 1976. Biological activities of sesquiterpene lactones. *Phytochemistry*, **15**: 1573-1580.
- SHEA, C., ROMEO, J. T. 1991. Nutritional indices: Do they explain toxicity of *Calliandra* amino acids?. *Florida Entomologist.*, **74**(1): 10-17.
- SILVÁN, A. M., ADAD, M. J., BERMEJO, P., VILLAR, V., 1998. Effects of compounds extracted from *Tanacetum microphyllum* on arachidonic acid metabolism in cellular systems. *Planta Med.*, **64**(3): 200-203.
- SIMMONDS, M. S. J., BLANEY, W. M., LEY, S. V., SAVONA, G., BRUNO, M., RODRIGUEZ, B. 1989. The antifeedant activity of clerodane diterpenoids from *Teucrium*. *Phytochemistry*, **28**(4): 1096-1071.
- SUNDARARAJAN, G., KUMUTHAKALAVALLI, R. 2001. Antifeedant activity of aqueous extracts of *Gnidia glauca* Gilg. and *Toddalia asiatica* Lam. on the gram pod borer *Helicoverpa armigera* (Hbn.). *J. Environ. Biol.*, **22**(1): 11-14.
- YANG, CH., WANG, CH. M., JIA, Z. J. 2003. Sesquiterpenes and other constituents from the aerial parts of *Inula japonica*. *Planta Med.*, **69**(7): 662-666.
- YASUI, H., KATO, A., YAZAWA, M. 1998. Antifeedants to armyworms, *Spodoptera litura* and *Pseudaletia separata* from bitter gourd leaves, *Momordica charantia*. *J. Chem. Ecol.*, **24**(5): 803-813.

(Recepción: 12 julio 2004)

(Aceptación: 19 abril 2005)