

EVALUACIÓN BIOINSECTICIDA DE EXTRACTOS DE *BURSERA COPALLIFERA* (D.C.) BULLOCK Y *BURSERA GRANDIFOLIA* (SCHLTDL.) ENGL. EN GUSANO COGOLLERO *SPODOPTERA FRUGIPERDA* J.E. SMITH (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

L. Aldana Llanos<sup>1\*</sup>, D.O. Salinas Sánchez<sup>2</sup>, Ma.E. Valdés Estrada<sup>1\*</sup>,  
M. Gutiérrez Ochoa<sup>1\*</sup> y M.G. Valladares Cisneros<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Entomología del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional. Carretera Yauatepec-Jojutla Km. 8.5, AP 24, 62731 San Isidro, Yauatepec, Morelos, México. Correo electrónico: laldana@ipn.mx

<sup>2</sup>Departamento de Recursos Naturales del Centro de Educación Ambiental e Investigación de la Sierra de Huautla, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

<sup>3</sup>Laboratorio de Principios Fitoquímicos Bioactivos, Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

## RESUMEN

En este estudio se evaluó la actividad bioinsecticida de extractos orgánicos de *Bursera copallifera* y *B. grandifolia* sobre larvas L1 de *Spodoptera frugiperda*. Es probable que el extracto acetónico (500 ppm) de hojas de *B. copallifera* tenga actividad antialimentaria sobre el gusano cogollero al reducir en un 50% el peso larval a los 14 días. También produjo 47% de mortalidad larval, mientras que el extracto hexánico produjo un 44% de pupas deformes, y de la población que emergió, el 14% se desarrollaron como adultos deformes. Los extractos acetónico y metanólico de las hojas de *B. grandifolia* produjeron 37 y 45% de mortalidad larval en 14 días, respectivamente, mientras que su extracto hexánico a partir de tallos causó una mortalidad larval de 37% en el mismo lapso de tiempo.

**Palabras clave:** Burseraceae, lignanos, terpenos, dieta artificial.

## ABSTRACT

This study evaluated the bioinsecticide activity of organic extracts of *Bursera copallifera* and *B. grandifolia* on L1 larvae of *Spodoptera frugiperda*. It is likely that the acetonic extract (500 ppm) of leaves of *B. copallifera* had an effect as an antifeedant on armyworm, causing a 50% reduction in larval weight at 14 days. It also produced 47% larval mortality, whereas the hexane extract produced 44% deformed pupae, and of the population that emerged from pupae, 14% were deformed as adults. Acetone and methanol extracts of leaves of *B. grandifolia* produced 37 and 45% larval mortality at 14 days, respectively, whereas the hexane extract from stems caused a larval mortality of 37% over the same period.

**Key words:** Burseraceae, lignane, terpenes, artificial diet.

\*Becarias COFAA-EDI.

## INTRODUCCIÓN

El uso de plantas con propiedades insecticidas es una técnica ancestral usada en África y América Central, pero con la aparición de los insecticidas sintéticos su empleo decreció. En los últimos años, ante la problemática de la contaminación ambiental, generación de residuos tóxicos, daños a la salud y resistencia de las plagas a estos insecticidas, ha resurgido la búsqueda de plantas con efecto bioinsecticida (Bisset, 2002). En este contexto, en años recientes la investigación sobre bioinsecticidas vegetales para el control del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda*, plaga que ocasiona daños económicos significativos en los sistemas agrícolas, se ha incrementado (Simmons & Wiseman, 1993). En la literatura se señalan una gran variedad de plantas con propiedades biocida sobre insectos, en el caso del género *Bursera* son notables las secreciones de resinas de terpenos en los canales del árbol (Becerra & Venable, 1990; Becerra, 1994), pues es conocido que la composición química del género *Bursera* presenta terpenos, en su mayor parte monoterpenos y sesquiterpenos (Evans *et al.*, 2000).

Por otro lado, se han encontrado compuestos monoterpénicos en ocho especies de *Burseras*, como en *B. lancifolia*, *B. rzedowski*, *B. schlechtendalii*, *B. morelensis*, *B. copallifera*, *B. vejar-vasquezii*, *B. ariensis* y *B. biflora*; estos compuestos terpenoides son reportados como biocidas y su efecto tóxico puede ser atribuido a un mecanismo de inhibición competitiva reversible por la acetilcolinesterasa, al ocupar el sitio hidrofóbico del centro activo de la enzima (Obeng-Ofori & Amiteye, 2005).

También especies de la familia de las *Burseras* son productoras de resinas y exudados ricos en sustancias aromáticas, las cuales son empleadas en la industria de la perfumería, así como en la producción de barnices (Pernet, 1972), y como remedios medicinales (Oliveira *et al.*, 2004). Extractos acuosos de resinas de algunas especies han presentado actividad inmunoestimulante (Delaveau *et al.*, 1980) y antiinflamatoria (Duwiejua *et al.*, 1993; Haribal *et al.*, 1985).

Por otra parte, el extracto clorofórmico de *B. fagaroides* demostró tener actividad antitumoral frente a carcinoma intramuscular de Walter (Bianchi *et al.*, 2002), mientras que *Bursera copallifera* (D.C) Bullock, conocida comúnmente como “copal” (Dorado *et al.*, 2005), se utiliza en el tratamiento de bronquitis, tos, cura golpes internos, mata gusanos (oral y tópico) (Argueta *et al.*, 1994). Por su parte, *Bursera grandifolia*, también llamada tradicionalmente como palo mulato y té azteca, es utilizada etnomédicamente para problemas respiratorios, como bronquitis, influenza, tosferina y en infecciones de pulmón (Monroy & Castillo, 2000). En la Universidad de Arizona se aislaron dos compuestos con actividad antitumoral a partir del extracto clorofórmico de *B. fagaroides*:  $\beta$ -peptatina,  $\alpha$ -metileter y 5'-desmetoxi- $\beta$ -peltatitna  $\alpha$ -metileter (Bianchi *et al.*, 2002), mientras que en Morelia, Michoacán, México se logró aislar, a partir de las hojas de esta especie, un terpeno glicosado llamado 3'-O- $\alpha$ -L-ramnopiranosido de luteolina (Hernández *et al.*, 2002). El único estudio de *B. morelensis* permitió separar e identificar, a partir del exudado seco, la deoxipodofilotoxina y un nuevo lignano denominado “morelensino”, mismos que presentaron actividad anticancerosa

(Jolad *et al.*, 1979). Un estudio mostró que de hojas de *B. graveolens* se purificaron terpenos, flavonoles y esteroides todos ellos glicosidados (Nakanishi *et al.*, 2003), de los tallos de la misma especie se aislaron compuestos de tipo lignano y triterpénico (Nakanishi *et al.*, 2005).

Los antecedentes fitoquímicos de plantas de este género, permitieron observar que *B. copallifera* y *B. grandifolia* son buen prospecto de investigación, dado que no hay estudios que verifiquen su actividad insecticida ni estudios químicos que muestren el contenido metabólico para estas especies.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto bioinsecticida de extractos orgánicos de *Bursera copallifera* (D.C.) Bullock y *B. grandifolia* (Schltdl.) Engl. sobre larvas de *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, plaga del maíz.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La colecta del material vegetal fue realizada por el biólogo Juan Carlos Juárez, investigador del Herbario de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (HUMO), adscrito al Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla. La recuperación de los extractos orgánicos de las especies de *Burseras* se realizó en el laboratorio de Docencia e Investigación de Productos Fitoquímicos Bioactivos de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería de la misma Universidad. Las bioevaluaciones se realizaron en el laboratorio de Entomología del Departamento de Interacciones Planta-Insecto del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del IPN.

### Material vegetal

Ambas especies fueron colectadas en los meses de marzo y junio del 2007 en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (REBIOSH); se prepararon ejemplares de herbario, se depositaron en el HUMO con números de registro 22210 y 24209 para *B. copallifera* y *B. grandifolia* respectivamente.

### Preparación de los extractos

Las especies vegetales fueron sometidas a un proceso de secado a temperatura ambiente por un periodo de quince días. Los tallos fueron cortados en trozos pequeños y por separado, hojas y tallos se colocaron en un matraz de cuatro litros para ser macerados. Los disolventes empleados para la obtención de los extractos en orden de polaridad creciente fueron: n-hexano, acetona y metanol. La maceración se realizó durante tres días y por dos ocasiones más, el disolvente fue eliminado totalmente hasta llevarlo a sequedad empleando un rotaevaporador marca *Buchi* modelo 205. La tabla 1 muestra la cantidad de gramos que fue utilizada de la planta seca y el disolvente empleado para la maceración. Los extractos se envasaron en frascos de vidrio color ámbar para evitar la fotólisis y se almacenaron a -20°C en un congelador marca *REVCO*, hasta el día que fueron utilizadas en las bioevaluaciones.

### Insectos

La cría de *S. frugiperda* fue iniciada a partir de larvas colectadas en un campo de maíz ubicado en la zona de Yautepec, Morelos,

**Tabla 1.** Relación de material vegetal.

Especie	Parte utilizada	Material seco g	Disolvente
<i>Bursera copallifera</i>	Tallo	875	2 150 ml H, A, M
	Hojas	300	1 900 ml H, A, M
<i>Bursera grandifolia</i>	Tallo	811	2 150 ml H, A, M
	Hojas	250	2 000 ml H, A, M

Disolvente: H, hexano; A, acetona; M, metanol.

México. Se alimentaron con hojas frescas, se trasladaron al laboratorio de Entomología del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI-IPN), en donde se separaron individualmente en recipientes de plástico con tapa de rosca. Se les proporcionaron 15 mL de dieta artificial (Burton y Perkins, 1987) y se mantuvieron en una cámara incubadora marca *Precision* modelo 818 a una temperatura de  $27\pm 1^{\circ}\text{C}$ , humedad relativa de 60-70% y un fotoperiodo de 12-12 L-O. Las larvas puparon en estos mismos recipientes, eliminándoles la dieta y al emerger los adultos fueron colocados en bolsas de papel encerado, a las cuales se les colocó una caja Petri de plástico con algodón humedecido en solución azucarada al 10% para su alimentación. Estos adultos copularon y depositaron sus huevos en las paredes de las bolsas. Se utilizaron larvas de la segunda generación (F2) para realizar las bioevaluaciones.

#### Dieta artificial

Para preparar 250 g de dieta artificial para la cría masiva del gusano cogollero y posteriormente para la realización de las

bioevaluaciones, se utilizó frijol peruano (11.27%), germen de trigo (5.16%), levadura de cerveza (3.28%), ácido ascórbico (0.32%), ácido sórbico (0.10%), metil parahidroxibenzoato (0.20%), 0.94% de formaldehído al 10%, agar (1.40%), agua para frijol (43.53%) y agua para el agar (33.80%) (Burton y Perkins, 1987). El frijol se remojó en 300 mL de agua destilada en vasos de precipitado de 600 mL marca *Pyrex* durante 24 horas, se lavó y molió en licuadora *Osterizer* de seis velocidades, una vez molido se le agregaron los demás ingredientes. En el caso de los tratamientos a evaluar se adicionaron extractos a una concentración de 500 ppm (133 mg de cada uno), una vez preparada la dieta se vació en recipientes de plástico con tapa roscada hasta que solidificó.

#### Bioevaluaciones

Se utilizaron 30 larvas del primer estadio de *S. frugiperda* por tratamiento. Los extractos de *B. copallifera* y *B. grandifolia* se evaluaron a una concentración de 500 ppm, los cuales se incorporaron a la dieta artificial, se utilizaron 15 mL de ésta y se

colocó una larva con un pincel de pelo de marta del número 1. El control fue dieta artificial sin extracto, las cajas se colocaron en la cámara incubadora a  $27\pm 1^\circ\text{C}$ , bajo humedad relativa de 60-70% y fotoperiodo de 12-12 L-O.

El diseño experimental fue completamente al azar con 12 tratamientos y el testigo, cada larva se consideró como unidad experimental. Las variables de respuesta fueron mortalidad y peso de las larvas a los siete y 14 días, peso de pupas, pupas y adultos deformes. Se aplicó análisis de varianza y prueba de medias DSM ( $\alpha = 0.05$ ). La mortalidad se calculó de acuerdo a la fórmula de Abbot.

## RESULTADOS

### *Bursera copallifera*

El peso de las larvas presentó diferencias estadísticas significativas con respecto al testigo a los siete días. El extracto acetónico de las hojas produjo el menor peso, lo que se confirmó con los resultados obtenidos a los 14 días, sugiriendo que existe un efecto antialimentario (tabla 2). Posiblemente por la presencia de terpenos, lignanos y taninos extraídos con la acetona (Coll, 1988). Asimismo, el mismo extracto mezclado con la dieta artificial ocasionó un 47% de mortalidad y presentó un 20% de adultos deformes (tablas 2 y 3). Por su parte, el extracto hexánico de hojas provocó 44% de pupas deformes (inviabiles) y 14% de adultos deformes (tabla 3). Los resultados sugieren que estos extractos pueden contener fitoecdisteroides que inducen la muda en los insectos provocando malformaciones. El extracto acetónico de tallo ocasionó deformidades en pupas (17%) y adultos

(18%). En cuanto al extracto hexánico de tallo el porcentaje de mortalidad larval fue de 27% y 15% de pupas deformes (tablas 2 y 3).

### *Bursera grandifolia*

En la tabla 4 se observan los resultados obtenidos al incorporar los extractos de *B. grandifolia* a la dieta. Se detectó actividad tóxica del extracto hoja metanol sobre el peso de las larvas a los siete y 14 días, esto puede ser una consecuencia de la inhibición de la alimentación o bien un efecto tóxico por ingestión. Picman (1986) realizó una revisión sobre la actividad biológica de los sesquiterpenos, mencionando que este tipo de compuestos pueden tener una actividad inhibidora de alimentación, del desarrollo y de la oviposición en insectos. También se observa variación en la mortalidad larval tanto entre tipos de extractos y de órganos vegetales, la variación de mortalidad va del 6% causada por el extracto tallo metanol al 45% del extracto hoja metanol.

Se detectan alteraciones morfológicas en las pupas causadas por los extractos como se indica en la tabla 5, en la que se muestra que el extracto hoja metanol ocasionó bajo peso y 35% de pupas deformes. En las tablas 4 y 5 se indica que en las larvas testigo no hay mortalidad y se produce el 100% de adultos normales.

## DISCUSIÓN

En la literatura se señalan una gran variedad de plantas con propiedades biocida sobre insectos, en el caso del género *Bursera* son notables las secreciones de resinas de terpenos en los canales del árbol (Becerra & Venable, 1990; Becerra, 1994), pues es

**Tabla 2.** Efecto de *Bursera copallifera* en larvas a los siete y 14 días y mortalidad de *Spodoptera frugiperda*.

Tratamientos	Peso larvas siete días (g)	Peso larvas 14 días (g)	% Mortalidad larval
Testigo	0.0109±0.009a*	0.2590±0.163a*	-
Tallo metanol	0.0058±0.003b	0.1975±0.094b	-
Tallo hexano	0.0045±0.003bc	0.1263±0.110cd	<b>27</b>
Tallo acetona	0.0049±0.002bc	0.1310±0.049c	-
Hoja acetona	0.0029±0.001c	0.0736±0.065d	<b>47</b>
Hoja metanol	0.0036±0.002bc	0.1100±0.062cd	-
Hoja hexano	0.0036±0.002bc	0.1106±0.052cd	7

\* Nivel de significancia 0.05.

**Tabla 3.** Efecto de *B. copallifera* en pupas y adultos de *S. frugiperda*.

Tratamientos	Peso pupas (g)	% Pupas deformes	% Adultos deformes
Testigo	0.224±0.023a*	-	-
Tallo metanol	0.218±0.025ab	7	-
Tallo hexano	0.182±0.028d	15	-
Tallo acetona	0.200±0.031cd	17	18
Hoja acetona	0.184±0.034d	-	20
Hoja metanol	0.208±0.033bc	11	11
Hoja hexano	0.191±0.042cd	<b>44</b>	14

\* Nivel de significancia 0.05.

**Tabla 4.** Efecto de *B. grandifolia* en larvas a los siete y 14 días y porcentaje de mortalidad de *S. frugiperda*.

Tratamientos	Peso larvas siete días g	Peso larvas 14 días g	% Mortalidad larval
Testigo	0.0109±0.009bc*	0.259±0.163a*	-
Tallo Hexano	0.0138±0.012ab	0.221±0.172a	37
Tallo Acetona	0.0154±0.014ab	0.258±0.185a	10
Tallo Metanol	0.0182±0.015a	0.302±0.186a	6
Hoja Hexano	0.0189±0.015a	0.275±0.172a	26
Hoja Acetona	0.0137±0.010ab	0.270±0.173a	37
Hoja Metanol	0.0059±0.002c	0.038±0.029b	45

\* Nivel de significancia 0.05.

**Tabla 5.** Efecto de *B. grandifolia* en pupas de *S. frugiperda*.

Tratamientos	Peso pupas (g)	% Pupas deformes
Testigo	0.224±0.023a*	-
Tallo metanol	0.221±0.022a	-
Tallo hexano	0.219±0.032ab	-
Tallo acetona	0.217±0.029ab	-
Hoja acetona	0.205±0.026b	21
Hoja metanol	0.174±0.027c	35
Hoja hexano	0.220±0.024ab	-

\* Nivel de significancia 0.05.

conocido que la composición química del género *Bursera* presenta terpenos, en su mayor parte monoterpenos y sesquiterpenos (Evans *et al.*, 2000).

Se ha considerado que la morfología celular (canales) característica de las especies de *Burseras* y las secreciones (exudados) las protegen del ataque de los insectos. Los canales contienen metabolitos secundarios que pueden ser repelentes o toxinas para los herbívoros y las secreciones pueden detener e impedir en forma mecánica el movimiento de las mandíbulas de los insectos e interferir con su alimentación; además, el exceso de resina permite atraparlos (Zalucki & Brower, 1992). Estas observaciones pueden tener alguna conexión con el hecho de que los extractos acetónicos de hojas de *B. copallifera* a una concentración de 500 ppm, mezclado con la dieta artificial, causó una reducción en el peso larval y 47% de mortalidad a los 14 días de tratamiento, mientras que el extracto hexánico de las hojas provocó 44% de pupas deformes (tablas 2 y 3). Esta actividad puede asociarse con la presencia de compuestos con estructura sesquiterpénica, como los fitojuvenoides, los cuales se sabe que inhiben la metamorfosis de los insectos (Camps, 1988).

Nihei *et al.*, 2006 observó que triterpenos extraídos de *Croton jatrophoides* causaron efecto antialimentario en *S. frugiperda*. Por otro lado, se han encontrado compuestos monoterpénicos en ocho especies de *Burseras*, como en *B. lancifolia*, *B. rzedowski*, *B. schlechtendalii*, *B. morelensi*, *B. copallifera*, *B. vejar-vasquezii*, *B. ariensis* y *B. biflora*; estos compuestos terpenoides son reportados como biocidas y su efecto tóxico puede ser atribuido a un mecanismo de inhibición competitiva reversible por

la acetilcolinesterasa, al ocupar el sitio hidrofóbico del centro activo de la enzima (Obeng-Ofori & Amiteye, 2005).

Las hojas de *B. copallifera* causaron mayor mortalidad que las de *B. grandifolia*. Esto puede deberse a que la concentración de los constituyentes químicos de la planta pueden variar debido a factores genéticos y ambientales; también al estado de desarrollo de la planta en la cosecha, el proceso de secado y a las técnicas de almacenamiento (Singh *et al.*, 2002).

Los presentes resultados muestran que la actividad antialimentaria de *B. copallifera* es muy promisoria, ya que produjo un 47% de mortalidad larval a una concentración de 500 ppm del extracto acetónico de hojas. Estos resultados demuestran la importancia de realizar el estudio bioquímico dirigido hacia la actividad insecticida para ambas especies de *Burseras*, con la finalidad de detectar las fracciones activas y los metabolitos químicos responsables de la actividad antialimentaria y biocida.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo brindado a esta investigación derivada del Proyecto SIP20080430.

#### LITERATURA CITADA

- Argueta A., L. Cano, M. Rodarte, 1994. *Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana*. México DF, Instituto Nacional Indigenista. Tomo 1-3: 86-88, 999-1000, 1073-1074, 1086-1087.

- Becerra, J.X. & D.L. Venable, 1990. "Rapid-terpene-bath and 'squirt-gun' defense in *Bursera schlechtendalii* and the counterploy of chrysomelid beetles". *Biotrop.*, **22**: 320-323.
- Becerra, J.X., 1994. "Squirt-gun defense defense in *Bursera* and the chryso-melid counterploy". *Ecology*, **75**: 1991-1996.
- Bianchi E., K. Sheth & J. Cole, 2002. "Antitumor agents from *Bursera fagaroides*". *Tetrah. Lett.*, **32**: 2759-62.
- Bisset, N., 2002. "War and hunting poisons of the New World. Part 1. Notes on the early history of curare". *J. Ethnopharmacol.*, **86**: 1-26.
- Burton, L.R. & D. Perkins, 1987. "Rearing the corn earworm and fall armyworm for maize resistance studies". *Proceedings of the International Symposium on Methodologies for Developing Host Plant Resistance to Maize Insects*. CIMMYT. México. 35-37.
- Camps, F., 1988. "Relaciones planta-insecto. Insecticidas de origen vegetal". En *Insecticidas bioracionales*. Ed. Belles, X. Colección Nuevas Tendencias No. 9. Madrid, C.S.I.C. p. 69.
- Coll, J., 1988. "Inhibidores de la alimentación de los insectos". en *Insecticidas bioracionales*. Ed. Belles, X. Colección Nuevas Tendencias No. 9. Madrid, C.S.I.C. p. 355.
- Delaveau, P., P. Lallouette & A. M. Tessier, 1980. "Drogues végétales stimulant i' activité phagocytaire du systeme réticulo-endothélial. Stimulation of the phagocytic activity of R. E. S. by plant extracts". *Plant. Med.*, **40**: 49-54.
- Dorado O., B. Maldonado, D. Arias, V. Sorani, R. Ramírez, E. Leyva y D. Valenzuela, 2005. *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México; 3-4; 33-34; 54; 139-170.
- Duwiejua, M., I. Zeitlin, P. Waterman, J. Chapman, G. Mhango, & Provan, 1993. "Antiinflammatory activity of resin from some species of the plant family Burseraceae". *Plant Med.*, **59**: 12-16.
- Evans, P.H., J.X. Becerra, D.L. Venable & W.S. Bowers, 2000. "Chemical analysis of squirt-gun defense in *Bursera* and counterdefense by chrysomelid beetles". *J. Chem. Ecol.*, **26**: 745-754.
- Haribal, M.M., A.K. Mishra, & B.K., Sabata, 1985. "Isolation and structure of a new macrocyclic, 15 membered biphenyl ather-garuganin-I from *Garuta pinnata*". *Tetrah.*, **41**: 4949-4951.
- Hernández J.D., L. García, A. Hernández, R. Álvarez, L. Román, 2002. "Luteolin and myricetin glycosides of Burseraceae". *Rev. Soc. Quím. Méx.*, **46**(4): 295-300.
- Jolad, S.D., R.M Wiedhopf & J.R. Cole, 1977. "Cytotoxic agents from *Bursera morelensis* (Burseraceae): deoxypodophyllotoxin and a new lignan, 5'-desmethoxydeoxypodophyllotoxin". *J. Pharm. Sci.*, **66**(6): 892-3.

- Monroy, C. y P. Castillo, 2000. *Plantas Medicinales Utilizadas en el Estado de Morelos*, Centro de Investigaciones Biológicas. UAEM, 216, 266.
- Nakanishi T., Y. Inatomi, S. Arai, T. Yamada, H. Fukatsu, H. Murata, A. Inada, N. Matsuura, M. Ubukata, J. Murata, M. Iinuma, M.A. Pérez F., T. Tanaka, 2003. "New Luteolin 3'-O-Acylated Rhamnosides from Leaves of *Bursera graveolens*". *Heterocycles*, **60**(9): 2077-2083.
- Nakanishi T., Y. Inatomi, H. Murata, K. Shigeta, N. Iida, A. Inada, J. Murata, M. A. Pérez F., M. Iinuma, T. Tanaka, S. Tajima and N. Oku, 2005. "A New and Known Cytotoxic Aryltetralin-Type Lignans from Stems of *Bursera graveolens*". *Chem. Pharm. Bull.*, **53**(2): 229-231.
- Nihei, K, Y. Asaka, Y. Mine, Y. Yamada, M. Iigo, T. Yanagisawa & I. Kubo, 2006. "Musidunin and musiduol, insect antifeedants from *Croton jatrophoides*". *J. Nat. Prod.*, **69**(6):975-7.
- Obeng-Ofori, D. & S. Amiteye. 2005. "Efficacy of mixing vegetable oils with pirimiphos-metyl against the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. Motschulsky in stored maize". *J. Stored Prod. Res.*, **41**: 57-66.
- Oliveira, F.A., G. Viera-Junior, M.H. Chávez, F.R.C. Almeida, M.G. Florencio, R.C.P. Jr. Lima, R.M. Silva, F.A. Santos y V.N.V. Rao, 2004. "Gastro protective and anti-inflammatory effects of resin from *Protium heptaphyllum* in mice and rats". *Pharma. Res.*, **49**: 105-111.
- Pernet, R., 1972. "Phytochimie des Burseraceae". *Lloydia*, **35**: 280-287.
- Simmons, A.M. & B.R. Wiseman, 1993. "James Edward Smith-Taxonomic author of the fall armyworm". *Fla. Entomologist.*, **76**: 271-276.
- Picman, A.K., 1986. "Biological activities of sesquiterpene lactones". *Biochem. Syst. and Ecol.*, **14**(3): 225-281.
- Singh, G., I.P. Kapoor, S.K. Pander, Singh & U.K. Singh, 2002. "Studies on essential oils. Part 10; Antibacterial activity of volatile oils of some spices". *Phytother. Res.*, **16**: 680-682.
- Zalucki, M.P. & L.P. Brower, 1992. "Survival of first instar larvae of *Danaus plexippus* (Lepidoptera: Danainae) in relation to cardiac glycoside and latex content of *Asclepias humistrata*". *Chemoecology*, **3**: 81-93.

Recibido: 19 marzo 2009. Aceptado: 23 septiembre 2009.