

# Efecto de extractos vegetales de *Polygonum hydropiperoides*, *Solanum nigrum* y *Calliandra pittieri* sobre el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Effect of plant extracts of *Polygonum hydropiperoides*, *Solanum nigrum* and *Calliandra pittieri* in *Spodoptera frugiperda*

Karol Lizarazo H.<sup>1</sup>, Cristina Mendoza F.<sup>2</sup> y Rocío Carrero S.<sup>3</sup>

## RESUMEN

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* es una de las plagas que más afectan los cultivos en la región de Sumapaz (Cundinamarca, Colombia). En la actualidad se controla principalmente aplicando productos de síntesis química, sin embargo la aplicación de extractos vegetales surge como una alternativa de menor impacto sobre el ambiente. Este control se emplea debido a que las plantas contienen metabolitos secundarios que pueden inhibir el desarrollo de los insectos. Por tal motivo, la presente investigación evaluó el efecto insecticida y antialimentario de extractos vegetales de barbasco *Polygonum hydropiperoides* (Polygonaceae), carbonero *Calliandra pittieri* (Mimosaceae) y hierba mora *Solanum nigrum* (Solanaceae) sobre larvas de *S. frugiperda* biotipo maíz. Se estableció una cría masiva del insecto en el laboratorio utilizando una dieta natural con hojas de maíz. Posteriormente se obtuvieron extractos vegetales utilizando solventes de alta polaridad (agua y etanol) y media polaridad (diclorometano) los cuales se aplicaron sobre las larvas de segundo instar. Los resultados más destacados se presentaron con extractos de *P. hydropiperoides*, obtenidos con diclorometano en sus diferentes dosis, con los cuales se alcanzó una mortalidad de 100% 12 días después de la aplicación y un efecto antialimentario representado por un consumo de follaje de maíz inferior al 4%, efectos similares a los del testigo comercial (Clorpirifos).

**Palabras clave:** acción biológica, efecto insecticida, efecto antialimentario.

## ABSTRACT

*Spodoptera frugiperda* is a one of the pest that affects the crops of Sumapaz region (Cundinamarca, Colombia). Traditionally, applying synthetic chemical products controls it, however the application of vegetable extracts is emerging as an environmental friendly alternative. This control is used because plants contain allelochemicals that inhibit the development of insects. For this reason, the present research evaluated the insecticide and antifeeding effects of plant extracts of *Polygonum hydropiperoides* (Polygonaceae), *Calliandra pittieri* (Mimosaceae) and *Solanum nigrum* (Solanaceae) in *S. frugiperda* larvae. To evaluate these effects a massive breeding of the insect was carried out using a natural corn leaf diet. Subsequently, plant extracts were obtained using high-polarity solvents (water and ethanol) and medium polarity (dichloromethane) that were applied on the second instar larvae. The highlighted results were presented with *P. hydropiperoides* extracts, obtained with dichloromethane in different doses, that reached mortality rate of 100% 12 days after the application, and an antifeeding effect represented by a foliage consumption below 4%, similar to the effect of the application of Clorpirifos.

**Key words:** biological action, insecticide effect, antifeeding effect.

## Introducción

Hoy en día la producción agrícola utiliza pesticidas de síntesis química para combatir una gran variedad de arvenses, plagas y enfermedades. Algunos de estos pesticidas son considerados como generadores de toxicidad tanto para humanos como para el ambiente. Por tal motivo los pesticidas son uno de los principales problemas de salubridad que preocupan a los consumidores, quienes

esperan ingerir alimentos libres de estos productos (Singh y Upadhyay, 1993; Philogene *et al.*, 2004; Celis *et al.*, 2008). Por tal motivo la tendencia de los mercados se enfoca hacia la producción más limpia. Es decir que se requiere que las explotaciones agrícolas se acoplen a otros modelos de producción y disminuir el impacto ambiental que ejercen los productos agroquímicos sobre los ecosistemas; de esta manera el consumidor va a obtener mejores productos (Beltrán *et al.*, 2005).

Fecha de recepción: 17 de octubre de 2007. Aceptado para publicación: 5 de noviembre de 2008

<sup>1</sup> Programa de Maestría de Agrobiología Ambiental, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco, Bilbao (España).  
inglizarazo@yahoo.com

<sup>2</sup> Docente-investigadora. Oficina del Sistema de Investigación, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá (Colombia). cmendozaf@yahoo.com

<sup>3</sup> Programa de Especialización en Cultivos Perennes Tropicales, Universidad Nacional de Colombia-Unillanos, Villavicencio (Colombia).  
rochicarrero@yahoo.es

Antes del descubrimiento de pesticidas sintéticos como el DDT (dicloro-difenil-tricloroetano) los biopesticidas derivados de plantas eran de utilización masiva (Philogene *et al.*, 2004). A pesar de su potencia los productos de síntesis química tienen desventajas debido a sus altos costos, su residualidad tóxica, la contaminación de alimentos y la generación de resistencia en las plagas. Estos inconvenientes han llevado a que se retome el interés por la utilización de pesticidas derivados de plantas (Singh y Upadhyay, 1993). Teniendo en cuenta que las plantas sintetizan metabolitos para defenderse del ataque de herbívoros (Harbone, 1997), se ha demostrado que la aplicación de extractos obtenidos a partir de ellas tiene la capacidad de ocasionar algún efecto inhibitorio sobre una gran variedad de insectos plaga (Grainge y Ahmeds, 1988; Philogene *et al.*, 2004). Estos extractos se pueden obtener utilizando solventes orgánicos de diferente polaridad, con el objeto de extraer una mayor cantidad de metabolitos de las plantas y de esta manera potenciar los efectos repelente, antialimentario, ovicida o insecticida de los extractos sobre las plagas a controlar (Mejía, 1995; Auger y Thibout, 2004; Ducrot, 2004).

A escala mundial se han descubierto muchas familias de plantas (Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Meliaceae) que contienen metabolitos secundarios capaces de repeler y en general causar algún efecto negativo sobre *S. frugiperda* (Grainge y Ahmeds, 1988; Cuadros y Vergara, 1993; Gallego, 1997). Muchas de las plantas de estas familias no son comunes en la Provincia del Sumapaz, por tal motivo en esta investigación se utilizaron especies vegetales presentes en la región, a las cuales se les ha encontrado actividad biológica en plagas como el liberalito (*Schyzomia sp.*) controlado con *Polygonum hydropiperoides*, la mosca blanca (*Trialeurodes vaporarorium*) controlada con *Piper eriopodon* y *Piper aduncun*, el gusano cogollero (*S. frugiperda*) controlado con flores de *Calliandra pittieri* y de *Piper eriopodon* (Cuadros y Vergara, 1993; Delgado *et al.*, 2007; Celis *et al.*, 2008; Murcia y Bermúdez, 2008; Torres y Pachón, 2008).

Las anteriores razones llevaron a buscar en esta investigación alternativas para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), evaluando la actividad antialimentaria e insecticida de extractos vegetales obtenidos a partir de tres especies en las que se ha encontrado algún grado de actividad insecticida (Grainge y Ahmeds, 1988): barbasco (*Polygonum hydropiperoides* Polygonaceae), hierba mora (*Solanum nigrum* Solanaceae) y carbonero (*Calliandra pittieri* Mimosaceae), las cuales se encuentran presentes en la Provincia del Sumapaz (Cundinamarca).

## Materiales y métodos

Se estableció un cultivo de maíz (*Zea mays*) variedad Ráquira, ubicado en la vereda Usatama Bajo, Fusagasugá (N 04° 23' 03,8"; W 74° 23' 23,3"; a 1.427 msnm), al cual no se realizó ningún tipo de aplicación de productos plaguicidas. En el cultivo se hizo la recolección de larvas para posteriormente, en condiciones controladas, realizar la cría del insecto.

### Cría masiva del insecto

Las larvas de *S. frugiperda* colectadas en la parcela de maíz se colocaron individualmente en vasos plásticos de siete onzas, cada uno de los cuales tenía papel absorbente húmedo en el fondo; como dieta se les suministró hojas de maíz variedad Ráquira. Una vez el insecto llegó al estado de pupa se pusieron varias en frascos de vidrio de 30 cm de altura y un diámetro de 15 cm con el fin de lograr la cópula en los adultos y obtener posturas.

Las posturas se pasaron a vasos plásticos similares a los utilizados para la cría de larvas. Las larvas (F1) se separaron cuatro días después de la eclosión y se situaron en vasos plásticos individuales debido al canibalismo de esta especie. A cada larva se le suministró alimento (hojas de maíz frescas) hasta que alcanzó el segundo instar, momento de la aplicación de los respectivos extractos vegetales. Se les siguió suministrando la dieta natural (hojas de maíz frescas) sin ningún tipo de aplicación. Esta cría se realizó bajo condiciones controladas a una temperatura promedio de 20 °C y una humedad relativa del 80%.

### Obtención de extractos vegetales y método de aplicación

Se recolectaron plantas de barbasco (*Polygonum hydropiperoides*), hierba mora (*Solanum nigrum*) y carbonero (*Calliandra pittieri*) en el bosque secundario de la granja experimental La Esperanza de la Universidad de Cundinamarca, ubicada en la vereda Guavio Bajo, Fusagasugá (N 04° 17' 34,83"; W 74° 24' 8,75" a 1.450 msnm), y se enviaron al Herbario Nacional Colombiano para su determinación.

Los extractos se obtuvieron de las hojas de cada una de las especies nombradas en estado vegetativo y floración. Estas se secaron durante 72 horas a 40 °C, luego se pulverizaron en un molino eléctrico. Para la extracción se utilizaron solventes en un gradiente de polaridad (alta polaridad: agua destilada y etanol al 70% y polaridad media: diclorometano) con el fin de obtener en cada uno de los extractos metabolitos secundarios diferentes de acuerdo con este gradiente (Cortés, 2008). A cada 100 g de hojas secas se agregaron 500 mL del solvente respectivo y se dejaron en

oscuridad por 96 horas. Después se filtraron los solventes en gasa estéril para eliminar los restos de material vegetal. Luego en una plancha calefactora agitadora se evaporaron los solventes en sus respectivos puntos de ebullición, con lo cual se obtuvieron los extractos vegetales crudos sin contenido de solvente de extracción. Posteriormente se prepararon las dosis correspondientes para aplicarlas a las larvas (1.000 mg·L<sup>-1</sup>, 2.500 mg·L<sup>-1</sup> y 5.000 mg·L<sup>-1</sup> y agua como testigo absoluto). A estas soluciones se les agregó coadyuvante (2 mL·L<sup>-1</sup>) con el fin de lograr una máxima adherencia de cada una de las soluciones con las hojas donde se encontraban las larvas.

Para la aplicación de los extractos se puso papel absorbente humedecido al fondo de cada uno de los vasos plásticos, junto con las hojas de maíz con su respectiva larva en segundo instar. A cada larva se le asperjaron 2 mL del tratamiento correspondiente. Se aplicaron un total de 37 tratamientos (tres especies utilizadas, tres solventes de extracción, cuatro dosis y el testigo comercial: Clorpirifos).

### Observación y toma de datos

Para conocer el efecto de la aplicación de cada uno de los extractos se realizó toma de datos de mortalidad y efecto antialimentario cada tres días, a la misma hora de la aplicación, durante 18 días hasta que los insectos entraran en estado de pupa.

### Parámetros evaluados

En el ensayo se evaluaron el efecto insecticida por medio del porcentaje de mortalidad (larvas vivas vs. larvas muertas) y el efecto antialimentario (a cada larva se le suministró 270 cm<sup>2</sup> de hojas de maíz asperjadas con el respectivo extracto), a partir del momento de la aplicación hasta 18 días después, tiempo en el cual las larvas entran en estado de pupa.

### Diseño experimental y análisis estadístico

Para la evaluación de los efectos antialimentario e insecticida de los extractos vegetales se utilizó un diseño de medidas repetidas en el que los tratamientos consistieron en combinaciones de dos factores (especie vegetal y solvente utilizado para la extracción con cuatro dosis anidadas dentro de la interacción especie vegetal \* solvente). La estructura de diseño correspondió a bloques incompletos (Martínez y Martínez, 1997; Steel y Torrie, 1988). Las diferencias estadísticas se evaluaron con la prueba de rango múltiple de Duncan (PRMD). La unidad experimental consistió en cuatro larvas. Las lecturas se realizaron a los 3, 6, 9, 12, 15 y 18 días después de la aplicación de los tratamientos en condiciones controladas. La metodología analítica incluyó los procedimientos GLM (*Repeated Measures Analysis of*

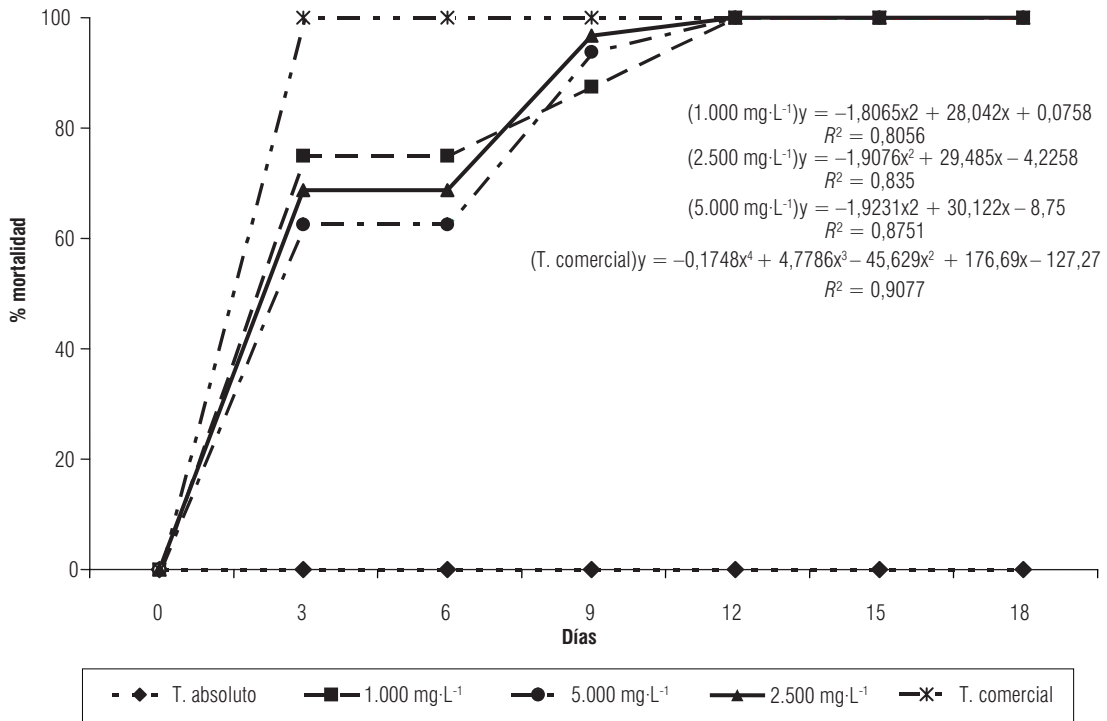
*Variance*), Mixed y Probit (SASV6e, 1987), como modelo de regresión logística para evaluar los efectos insecticida y antialimentario.

## Resultados y discusión

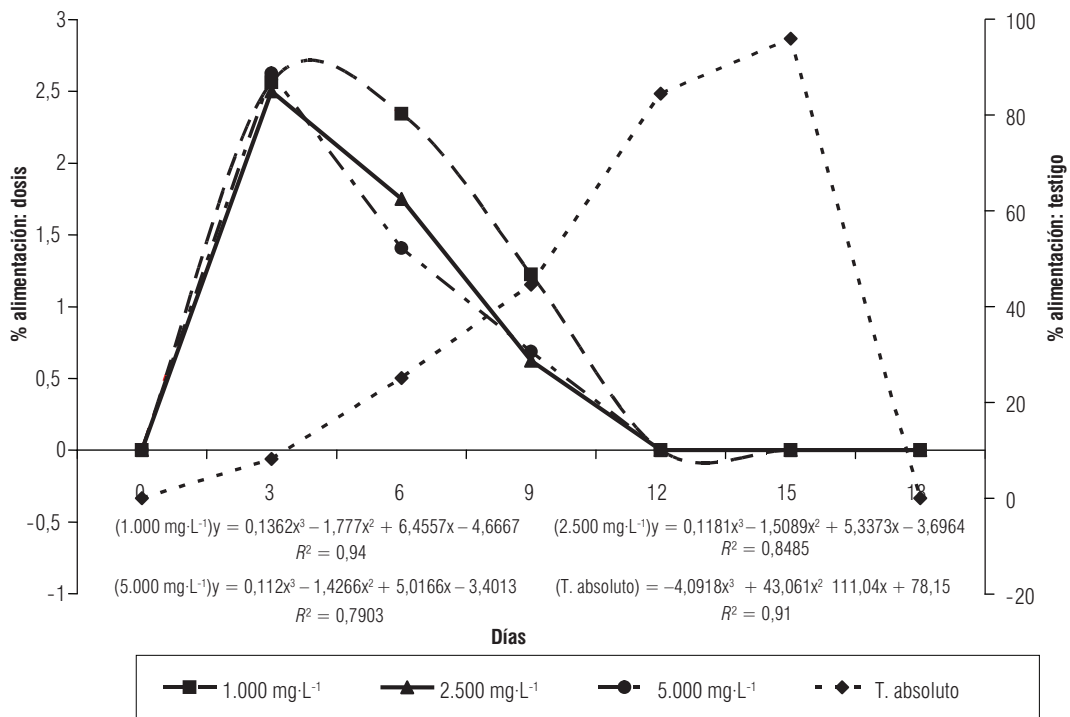
Los mayores efectos insecticida (alto porcentaje de mortalidad) y antialimentario (bajo porcentaje de alimentación) se presentaron con extractos de barbasco (*P. hydropiperoides*) obtenidos con el solvente diclorometano (figuras 1 y 2). Estos efectos se debieron a la relación planta-solvente de extracción, la cual mostró diferencias significativas con respecto al testigo absoluto (tablas 1 y 2). Esta relación potenció el poder insecticida y antialimentario sobre las larvas de *S. frugiperda* en las tres dosis utilizadas: 1.000 mg·L<sup>-1</sup>, 2.500 mg·L<sup>-1</sup> y 5.000 mg·L<sup>-1</sup>, comparadas contra el testigo absoluto (aplicación de agua) el cual no mostró efecto insecticida y antialimentario. Así mismo, la mortalidad y la alimentación de las larvas de *S. frugiperda* presentaron variaciones con el transcurso del tiempo en cada uno de los tratamientos aplicados (figuras 1 y 2). La aplicación de estos extractos generó en las larvas un efecto antialimentario (provocado por sustancias en la comida) con valores similares a la aplicación del testigo comercial, tratamiento en el cual las larvas no se alimentaron por el efecto insecticida fulminante. El efecto insecticida con la concentración baja (1.000 mg·L<sup>-1</sup>) tuvo valores cercanos al testigo comercial, mientras que como antialimentario la concentración más alta (5.000 mg·L<sup>-1</sup>) tuvo valores más cercanos al testigo comercial. Resultados similares se obtuvieron en condiciones controladas, con *P. hydropiperoides* para el control de larvas de primer instar de *Schyzomia sp.* que atacan el tomate de árbol (Torres y Pachón, 2008).

Aunque las tres dosis de este tipo de extractos generaron un efecto insecticida y antialimentario sobre las larvas, el comportamiento más estable en el tiempo se obtuvo con la dosis media (2.500 mg·L<sup>-1</sup>) por lo cual se podría considerar como una dosis adecuada de aplicación para controlar larvas de *S. frugiperda* en segundo instar.

Los efectos insecticida y antialimentario presentados con la aplicación de extractos de *P. hydropiperoides* obtenidos con diclorometano se deben a la actividad insecticida de ciertos compuestos de polaridad media que se encuentran en esta planta, como los rotenoides, principalmente la rotenona (Grainge y Ahmeds, 1988), la cual logra ser extraída por la afinidad en polaridad con el solvente (Gordon y Headrick, 2001). Esta molécula tiene un alto poder insecticida debido a que actúa sobre el sistema nervioso y sobre



**FIGURA 1.** Porcentaje de mortalidad de larvas de *S. frugiperda* tras la aplicación de extractos de *P. hydropiperoides* obtenidos a partir de diclorometano.



**FIGURA 2.** Porcentaje de alimentación de larvas de *S. frugiperda* tras la aplicación de extractos de *P. hydropiperoides* obtenidos a partir de diclorometano.

los mecanismos de la respiración celular de los insectos y en general sobre animales de sangre fría (Philogene *et al.*, 2004). Así mismo compuestos como la rotenona pueden ejercer un efecto antialimentario y a su vez llegar a afectar actividades biológicas o alteraciones hormonales hasta llevar a la muerte a los insectos (Ducrot, 2004). Sería necesario identificar y aislar por diversos métodos analíticos las moléculas que componen este tipo de extracto, para determinar cuál o cuáles son los que generan los efectos insecticida-antialimentario y si la acción se debe a un efecto sinérgico entre los metabolitos presentes en el extracto (Ducrot, 2004).

De manera general los extractos acuosos de las tres especies presentaron el más bajo efecto insecticida y antialimentario, debido a que el agua extrae solo compuestos de alta polaridad, como glucósidos (Cortés, 2008), la mayoría de los cuales tienen una baja actividad biológica (Ducrot, 2004).

Por otra parte, con los extractos vegetales de hierba mora (*S. nigrum*) y carbonero (*C. pittieri*) el porcentaje de mortalidad fue menor de 60%, por lo tanto no tienen un alto poder insecticida. Consecuentemente, la alimentación de las larvas con estos tratamientos fue superior al 30% (área foliar consumida) (tablas 3 y 4). Con los extractos de estas plantas no se presentó efecto insecticida o antialimentario

**TABLA 1.** Efecto insecticida (en porcentaje de mortalidad) de extracto de barbasco (*P. hydropiperoides*) obtenido con diclorometano, comparado con los testigos absoluto y comercial.

Descripción tratamiento	n	Promedio
Producto comercial (Clorpirifos)	176	95,909 a
1.000 mg·L <sup>-1</sup>	176	85,227 b
2.500 mg·L <sup>-1</sup>	176	84,659 b
5.000 mg·L <sup>-1</sup>	176	83,523 b
Testigo absoluto	176	0 m

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ).

**TABLA 2.** Efecto antialimentario (en porcentaje de alimentación) de extracto de barbasco (*P. hydropiperoides*) obtenido con diclorometano, comparado con los testigos absoluto y comercial.

Descripción tratamiento	n	Media
Producto comercial (Clorpirifos)	176	0,000 m
5.000 mg·L <sup>-1</sup>	176	0,429 m
2.500 mg·L <sup>-1</sup>	176	0,443 m
1.000 mg·L <sup>-1</sup>	176	0,548 m
Testigo absoluto	176	97,8 a

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ).

importante en ninguna relación dosis-solvente. El bajo efecto producido pudo deberse a que los principios activos se encontraban en una baja concentración en las hojas a diferencia de otros órganos de la planta como flores o frutos (Cuadros y Vergara, 1993).

En *S. nigrum* los principales componentes activos son alcaloides de los cuales se destacan las saponinas, solaninas, solanigrina, que tienen un mayor efecto como repelente que como insecticida o antialimentario; además, estos componentes pueden presentar especificidad por algunos insectos como los dípteros y las hormigas (Grainge y Ahmeds, 1988).

**TABLA 3.** Efecto antialimentario (en porcentaje de alimentación) en larvas de *S. frugiperda* tras la aplicación de extractos de *S. nigrum* obtenidos a partir de tres solventes (agua, etanol y diclorometano).

Descripción tratamiento	n	Media
Testigo absoluto	176	32,58 a
1.000 mg·L <sup>-1</sup> agua	176	21,79 fg
5.000 mg·L <sup>-1</sup> agua	176	21,78 fg
5.000 mg·L <sup>-1</sup> etanol	176	21,35 fg
1.000 mg·L <sup>-1</sup> etanol	176	17,15 h
2.500 mg·L <sup>-1</sup> etanol	176	16,81 h
2.500 mg·L <sup>-1</sup> diclorometano	176	11,55 ji
5.000 mg·L <sup>-1</sup> diclorometano	176	9,56 jk
2.500 mg·L <sup>-1</sup> agua	176	20,02 g
1.000 mg·L <sup>-1</sup> diclorometano	176	12,99 i
Producto comercial (Clorpirifos)	176	0,00 m

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ).

**TABLA 4.** Efecto antialimentario (en porcentaje de alimentación) en larvas de *S. frugiperda* tras la aplicación de extractos de *C. pittieri* obtenidos a partir de tres solventes (agua, etanol y diclorometano).

Descripción tratamiento	n	Media
Testigo absoluto	176	32,59 a
1.000 mg·L <sup>-1</sup> etanol	176	31,00 ba
2.500 mg·L <sup>-1</sup> agua	176	29,23 bc
1.000 mg·L <sup>-1</sup> agua	176	27,22 dc
5.000 mg·L <sup>-1</sup> agua	176	27,11 dc
5.000 mg·L <sup>-1</sup> etanol	176	25,65 de
1.000 mg·L <sup>-1</sup> diclorometano	176	24,92 de
2.500 mg·L <sup>-1</sup> etanol	176	24,49 de
5.000 mg·L <sup>-1</sup> diclorometano	176	23,30 fe
2.500 mg·L <sup>-1</sup> diclorometano	176	20,38 g
Producto comercial (Clorpirifos)	176	0,00 m

Promedios con letras distintas indican diferencias significativas según prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ).

## Conclusiones

Las larvas en segundo instar de *S. frugiperda*, mantenidas bajo condiciones controladas, presentaron mortalidad y/o inhibición de la alimentación tras la aplicación de extractos vegetales obtenidos a partir de barbasco (*Polygonum hydro-piperoides*), hierba mora (*Solanum nigrum*) y carbonero (*Calliandra pittieri*). La diferencia en el nivel de respuesta se debió a la especie vegetal y a los solventes utilizados para la extracción.

Los mayores porcentajes de mortalidad (superiores al 80%) en los tratamientos de *P. hydropiperoides* se obtuvieron con el solvente diclorometano. Esto sugiere que los efectos insecticida y antialimentario se deben a que de *P. hydropiperoides* se extrajeron con diclorometano compuestos de media polaridad los cuales generan este tipo de efecto sobre las larvas de *S. frugiperda*. Hay que tener en cuenta que los solventes se eliminan por evaporación en el proceso de obtención de los extractos.

Aunque con las tres dosis de extractos vegetales de *P. hydropiperoides* obtenidos a partir de diclorometano se consiguió un alto porcentaje de mortalidad y uno bajo de alimentación, la dosis de 2.500 mg·L<sup>-1</sup> mantuvo un comportamiento homogéneo debido a que gradualmente en el tiempo se iba incrementando el porcentaje de mortalidad y disminuyendo el porcentaje de alimentación.

La aplicación de extractos de las especies *S. nigrum* y *C. pittieri* indujo a la muerte en algunos casos o a la baja alimentación en otros. Sin embargo su efecto no mostró significancia estadística, hecho que se puede atribuir a la generación de otros efectos como la repelencia, a la especificidad de acción sobre otros insectos a dosis muy bajas.

En la presente investigación se demostró que la aplicación de los extractos vegetales puede llegar a controlar insectos plaga utilizando plantas que se encuentran dentro de la Provincia del Sumapaz. Por tal motivo el estudio de la acción biológica de más especies vegetales en diferentes plagas agrícolas puede ser una herramienta en el futuro para disminuir la aplicación de insumos de síntesis química.

## Agradecimientos

A los profesores Álvaro Celis de la Universidad de Cundinamarca y Wilman Antonio Delgado de la Universidad Nacional de Colombia, por sus aportes para el desarrollo de esta investigación. Igualmente al señor Fernando Carvajal Medina, propietario de la finca El Zaguán, donde se desarrolló gran parte de este trabajo.

## Literatura citada

- Auger J. y E. Thibout. 2004. Sustancias azufradas de los *Allium* y de las crucíferas: potencial fitosanitario. En: Regnault-Roger, C., B.J.R. Philogene y C. Vincent (eds.). Biopesticidas de origen vegetal. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 337 p.
- Beltrán, T., M. Lozano, H. Tello, D. Moreno y V. Fischersworing. 2005. Buenas prácticas agrícolas. Cartilla. SENA, Sociedad de Agricultores de Colombia y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Produmedios, Bogotá. 72 p.
- Cortés, D. 2008. Curso “Estructuras de moléculas naturales de interés terapéutico”. Facultad de Farmacología, Universidad de Valencia, España. 12 p.
- Cuadros M. y R. Vergara. 1993. Estudios sobre la efectividad insecticida de extractos florales de *Calliandra* sp. sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*. Tesis Especialista en Docencia de la Biología. Facultad de la Educación, Universidad del Tolima, Ibagué. 120 p.
- Delgado W., M. E. Pachón, A. Celis, C. Mendoza, J.O. Cardona, M. Bustamante, M. Daza y L.E. Cuca. 2007. Segundo informe técnico de avance proyecto “Bioprospección participativa de comunidades vegetales asociadas a la familia Piperaceae en la región del Sumapaz medio y bajo occidental (Código 1101-05-17783) - Colciencias”. Universidad Nacional de Colombia - Universidad de Cundinamarca. 55 p.
- Ducrot, P.H. 2004. Contribución de la química al conocimiento de la actividad biopesticida de los productos naturales de origen vegetal. En: Regnault-Roger, C., B.J.R. Philogene y C. Vincent (eds.). Biopesticidas de origen vegetal. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 337 p.
- Gallejo, G. 1997. Evaluación de la actividad insecticida de extractos acuosos y etanólicos *in vitro* de *Ricinus communis* sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*. Tesis especialista en Docencia de la Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Tolima, Ibagué. 128 p.
- Gordon, G. y D.H.A. Headrick. 2001. Dictionary of entomology CAB International. CAB Publishing, Nueva York. 1032 p.
- Grainge M. y A. Ahmeds. 1988. Handbook of plant with pest control properties. John Wiley and Sons, Nueva York. 470 p.
- Harborne, J. 1997. Biochemical plant ecology. En: Dey, P. y J. Harborne (eds.). Plant biochemistry. Academic Press, California. 337 p.
- Martínez, R. y N. Martínez. 1997. Diseño de experimentos, análisis de datos estándar y no estándar. Editora Guadalupe, Bogotá. 479 p.
- Mejía, J. 2005. Manual de aleopatía básica y productos botánicos. Kingraf Editores, Bogotá. 72 p.
- Murcia, A.M. y H. Bermúdez. 2008. Evaluación de la actividad insecticida de extractos vegetales de la familia Piperaceae, sobre *Spodoptera frugiperda* Smith, en condiciones semicontroladas. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá. 105 p.
- Philogene, C. Regnault-Roger y C. Vincent. 2004. Productos fitosanitarios insecticidas de origen vegetal: promesas de ayer y

- de hoy. En: Regnault-Roger, C., B.J.R. Philogene y C. Vincent (eds.). Biopesticidas de origen vegetal. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 337 p.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT®. 1989. User's version 6. 4<sup>th</sup> ed. Vol. 2. SAS Institute, Cary, NC. 846 p.
- Singh, G. y R.K. Upadhyay. 1993. Essential oils: a potent source of natural pesticides. J. Sci. Ind. Res. 52, 679-683.
- Steel R. y J. Torrie. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill Interamericana, México. 622 p.
- Torres L.T. y R.O. Pachón. 2008. Evaluación de tres extractos vegetales sobre larvas de liberalito (*Schyzomia sp.*) en primer instar en cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* Send) en condiciones de laboratorio. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá. 80 p.

