

## EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD DE BIOINSECTICIDAS Y BIORRACIONALES EN EL CONTROL DE *Spodoptera frugiperda* L. (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN EL ESTADO DE DURANGO

J. Natividad Gurrola-Reyes, María Berenice González-Maldonado y Miguel Mauricio Correa-Ramírez. Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR Unidad Durango. COFAA. Sigma No. 119. Fracc. 20 de noviembre II. C.P. 34220. Durango, Dgo. ngurrola@ipn.mx .

**RESUMEN:** *Spodoptera frugiperda* L. es una de las principales plagas del maíz en Durango, México. Para su control, se evaluó la toxicidad de productos comerciales (dos bioinsecticidas y un biorracional). El producto que resultó más efectivo para éste insecto fue la azaridactina (aceite de neem-NeemPower®), a una dosis del 20%, obteniéndose una mortalidad de 89.33%, seguido por *Bacillus thuringiensis* (Crimax®) (76.00%) con una  $Cl_{50}$  de 67.22  $\mu\text{g/ml}$ , después el producto Micoralis® (*Beauveria bassiana*) a una concentración de  $1 \times 10^9$  esporas/ml (48%). Además se determinó la toxicidad del producto químico Lorsban®, utilizado actualmente en campo para su control, con el cual se alcanzó el 100% de mortalidad, a una concentración del 1%, resultando altamente tóxico aún a dosis muy bajas. Como control se utilizó agua destilada, los tratamientos se realizaron por triplicado. El trabajo reveló que es posible implementar el uso de bioinsecticidas y biorracionales para en el control biológico de *S. frugiperda*.

Palabras clave: Neem, *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, gusano cogollero.

### Bioinsecticides and biorationals for control of armyworm

**ABSTRACT:** *Spodoptera frugiperda* L. is a main pest of corn in Durango, Mexico. For control, the toxicity of commercial products (two bioinsecticides and one biorational) were evaluated. The product more effective for this insect was azaridactina (neem oil - NeemPower®), at a dose of 20% , resulting in a mortality of 89.33%, followed by *Bacillus thuringiensis* (Crimax®) (76.00 %) with an  $LC_{50}$  of 67.22  $\mu\text{g/ml}$ , after Micoralis® product (*Beauveria bassiana*) at a concentration of  $1 \times 10^9$  spores/ml (48% mortality). Besides chemical toxicity Lorsban® was evaluated, currently used in the field for control, in which 100% mortality was reached at a concentration of 1%, resulting highly toxic, even at very low dose. As a control, distilled water was used; the treatments were done in triplicate. The work showed that it is possible to implement the use of bio-insecticides and biorational for biological control of *S. frugiperda*.

Key words: Neem, *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, armyworm.

### Introducción

En Durango, México se sembraron 142,162 ha de maíz en el ciclo primavera verano 2012, con una producción de 1,161 t y un rendimiento de 4.68 t/ha (SIAP, 2013), por lo que es el segundo cultivo en importancia después del frijol. Cada año se presenta un complejo de plagas que atacan al cultivo durante su desarrollo fenológico, entre las principales destacan el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) y el gusano elotero *Helicoverpa zea* (Bodie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae).

Para su control se utilizan insecticidas químicos como Lorsban® (clorpirifós etil) [0,0-dietil-0-(3, 5, 6-tricloro-2-piridinil) fosforotioato], el cual es un insecticida organofosforado, que actúa por contacto, ingestión e inhalación. Su ingrediente activo el clorpirifós es moderadamente tóxico y la exposición crónica se ha relacionado con efectos neurológicos, trastornos del desarrollo y trastornos autoinmunes (Cao *et al.*, 2011). Con la finalidad de disminuir el impacto ambiental derivado del uso de insecticidas químicos para la protección de cultivos es necesario establecer nuevas estrategias para el

control de las principales plagas de maíz en Durango, utilizando agentes de control biológico (Carballo, 2002), como el hongo *Nomuraea rileyi* (Samson) para el control biológico de gusano cogollero con resultados satisfactorios (Lezama *et al.*, 1994). Por otra parte, algunos insecticidas biorracionales tienen suficiente toxicidad cuando se usan en conjunto con los agentes de control biológico, estos generalmente son productos naturales, pero también se incluyen algunos de síntesis química, usualmente poco tóxicos a enemigos naturales y otros organismos no blanco.

Dentro de estos insecticidas se considera a: 1. Spinosad, una mezcla neurotóxica, producida durante la fermentación del actinomiceto *Saccharopolyspora spinosa* (Mertz y Yao) con alta toxicidad para lepidópteros y dípteros (Méndez *et al.*, 2002). 2. La azadiractina extraída del neem, el cual es un tetranorditerpenoide (C<sub>35</sub>H<sub>44</sub>O<sub>16</sub>) que inhibe la oviposición y el proceso de metamorfosis, también presenta efectos antialimentarios en lepidópteros, homópteros, coleópteros, himenópteros, hemípteros, dípteros y tisanópteros (Adel y Sehnal, 2000); además se han extraído los compuestos activos de otras plantas, siendo sus sustancias activas: timol, carvacrol, alicina, entre otros (orégano, ajo). 3. El insecticida metoxifenocida (RH 2485) [*N-ter-butyl-N''-(3-metoxi-o-toluil)-3,5-xilohidrazida*], un regulador del crecimiento de los insectos que mimetiza la función biológica de la hormona 20-hidroxiecdisona e induce la muda prematura y la muerte debido a la estimulación directa de los esteroides ecdisteroidales, es efectivo para el control de lepidópteros (Zamora *et al.*, 2008; Aguirre-Zaleta, 2010).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue: evaluar la toxicidad de *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*, así como de extracto de neem para el control de gusano cogollero, mediante bioensayos en laboratorio.

## Materiales y Método

**Colecta de material biológico.** El estudio se realizó en cuatro regiones agrícolas del estado de Durango, que corresponden a 16 localidades pertenecientes a la parte central y sureste del estado de Durango, formado por los Valles del Guadiana (Col. Minerva y Lerdo de Tejada), Pánuco de Coronado (Francisco I. Madero) y Canatlán (J. Guadalupe Aguilera).

Se hicieron visitas quincenales de junio a septiembre de 2013, donde se efectuaron recolectas manuales con ayuda de pinzas entomológicas de larvas y posturas de gusano cogollero por sitio de muestreo, se muestrearon plantas que presentaban en las hojas apicales signos de defoliación y restos de excrementos de la plaga, el material se depositó en envases de plástico con dieta natural y fueron trasladados al laboratorio de entomología del CIIDIR-IPN Unidad Durango, para su manejo y disposición.

**Cría de gusano cogollero.** Para la cría del gusano cogollero en sus diferentes estadios de desarrollo, se utilizó un cuarto de cría o incubación: humedad relativa del 60%, temperatura entre 25 y 27° C, un fotoperiodo de 14:10 H: L (horas-luz), las larvas se alimentaron con dieta artificial (Ashby, 1972).

**Productos comerciales.** Se utilizaron cuatro productos comerciales para evaluar su toxicidad contra larvas neonatas de gusano cogollero, mediante bioensayos en laboratorio. Se utilizaron 25 larvas neonatas de gusano cogollero de la tercera generación, de la cría obtenida en el laboratorio, con dos concentraciones, con tres repeticiones y con un control con agua destilada, para cada uno de los productos.

***Bacillus thuringiensis.*** El bioensayo empleado fue por contaminación de dieta artificial, tomando en cuenta que las bacterias entomopatógenas actúan por ingestión, provocando la lisis de las

mismas en el tracto digestivo del insecto hasta causar su muerte, se aplicaron solo 5 µg de la bacteria para cada larva, utilizando dos concentraciones de 50 y 500 µg, se utilizó el producto Crimax®, cuya formulación es en gránulos dispersables (*B. thuringiensis* sub-especie *kurstaki*, cepa EG 7841, equivalente a 150 g de ia/kg).

Posteriormente, se pesaron 5g de dieta a los cuales se les agregó cada concentración, las cuales fueron distribuidas en vasos de plástico de 3,5 cm de diámetro por 3,8 cm de altura, para después introducir la larva para su alimentación y experimentación, cada 24h se registró el porcentaje de mortalidad.

**Beauveria bassiana.** Este bioensayo se realizó por contacto debido a que *B. bassiana* actúa penetrando la cutícula del insecto por acción de enzimas, el bioensayo fue mediante el método tópico, las larvas estuvieron en contacto con *B. bassiana* a dos concentraciones:  $1 \times 10^7$  y  $1 \times 10^9$  esporas/ml. Se utilizó el producto comercial Micoralis® (Líquido miscible, *B.b.*,  $2.3 \times 10^7$  esporas/ml en 1.67% del producto). Con ayuda de un pincel se introdujo cada larva neonata en las suspensiones con el hongo durante un intervalo de tiempo de 1 a 3 segundos para evitar que la causa de su muerte fuese por ahogamiento. Posteriormente, la larva fue depositada en su respectivo vaso con dieta artificial, cada 24h se cuantificó el porcentaje de mortalidad. Como control se utilizó agua destilada, cada concentración se realizó por triplicado al igual que el control.

**Azaridactina.** Este bioensayo se realizó por contacto debido a que la azaridactina es un biorracional y el ingrediente activo debe ocasionar diferentes efectos (antialimentario, inhibe la formación de la quitina, larvicida, etc.), considerando dos concentraciones de 15 y 20%, empleando un producto comercial de aceite de neem al 100% denominado NeemPower®.

**Insecticida químico.** Éste producto se utilizó como control positivo, Lorsban 480 EM, que contiene 480 g de ia/L (dosis 0.5 y 1%).

**Determinación de dosis letales CL<sub>50</sub>.** Para la determinación de las dosis letales se utilizó el programa Probit, dosis-respuesta (programa computacional POLO-PC).

## Resultados y Discusión

**Bacillus thuringiensis.** Las larvas de gusano cogollero sometidas a *B. thuringiensis* mostraron la máxima mortalidad a las 144h de estar en contacto con el tóxico, a una concentración de 50 µg/ml (26.6%), se observó que para obtener una mortalidad mayor (76.00%), se requiere mayor concentración del tóxico (500 µg/ml), aunque en menos tiempo (120h), la CL<sub>50</sub> fue de 67.22 µg/ml, valores altos a los comparados con los resultados reportados por Arango *et al.*, 2002, quienes reportan una CL<sub>50</sub> = 11-976 ng/cm<sup>2</sup> en aislamientos de Colombia de diferentes especies de *Bt*, para el control de gusano cogollero.

Al igual que en éste estudio López *et al.*, 2010 evaluaron el efecto de diferentes productos comerciales para el control de larvas de gusano cogollero: Spiroteram y clorpirifos etil (insecticidas químicos) y *B. thuringiensis* (bioinsecticida) concluyendo que los productos biológicos no atentan sobre las poblaciones de la fauna benéfica en este caso *Chrysoperla* sp. (2.4 a 2.6 adultos/planta), manteniendo controlada a la plaga. En éste estudio no se evaluó el efecto de los productos comerciales a organismos benéficos.

Así mismo, es importante contar con aislamientos nativos de la región de origen, así mismo conocer el tipo de genes Cry (biología molecular) que contiene la bacteria para saber a qué insectos atacan, Bravo *et al.*, 1998 indican que los genes Cry I (lepidópteros) son los que predominan en México presentando cristales bipiramidales, seguido por los genes Cry III (tóxicos para coleópteros), aislaron además una gran variedad de cepas de *B.t.*, originarios de México, incluyendo Durango, debido a que

cuando se adquieren productos comerciales en ocasiones se desconoce su origen y si son efectivos para controlar otras plagas diferentes a las que viene indicado el producto.

***Beauveria bassiana***. Los resultados indicaron mortalidades bajas a las concentraciones probadas, siendo la mortalidad más alta de 48% a las 120h (6 días) a una concentración de  $1 \times 10^9$  esporas/ml, debido probablemente a la especificidad del aislamiento que contiene el producto comercial, el cual indica que es efectivo contra mosquita blanca (hemíptero) y el gusano cogollero es un lepidóptero, se obtuvo una  $CI_{50}$  de  $1.3 \times 10^8$  esporas/ml. Los insectos fueron cubiertos por el micelio del hongo a los 12 días después de haber aplicado el producto, algunas larvas no presentaron al hongo en su cutícula, sin embargo, al realizar una disección el hongo se encontraba dentro de la larva (5%), se presentó un 23% de micosis en el exoesqueleto de las larvas.

Se ha encontrado que el hongo entomopatógeno *Nomuraea rileyi* F. (Samson) tiene mayor especificidad para el control de gusano cogollero ( $DI_{50}$  de 400 esporas/mm<sup>2</sup>  $\approx 4 \times 10^5$  esporas/ml), necesitándose una menor concentración del hongo para matar la misma cantidad de insectos; además, se puede utilizar *Paecilomyces fumosoroseus* = *Isaria fumosorosea* (Wize) a una  $DI_{50}$  de 40 esporas/mm<sup>2</sup> (Maniania y Fargues, 1985).

**Azaridactina**. El producto biorracional a base de extracto de neem causó la mayor mortalidad en larvas de gusano cogollero (89.33%) al segundo día de aplicación, a una dosis del 20% del producto comercial neemPower<sup>®</sup>, al respecto Cortez-Mondaca *et al.*, 2011 evaluaron diferentes preparaciones del extracto de neem, obteniendo mejores resultados con el tratamiento con semilla molida más material inerte (para su formulación), a las 72h después de aplicar el tratamiento, la protección del cultivo de maíz duró hasta por 7 días, no encontrándose larvas de gusano cogollero en las plantas donde se aplicó éste tratamiento; además, de ser un producto muy económico, debido a que en algunas regiones del país existen árboles de neem que contienen éstas semillas y son de tipo silvestre por lo que el costo para su procesamiento es muy bajo. El producto utilizado en éste estudio es a partir de aceite del fruto de éste árbol (azaridactina).

Existen otras plantas que pueden utilizarse para el control de gusano cogollero, en Yautepec, Morelos, Aldana *et al.*, 2006 utilizaron extractos de *Cochlospermum vittifolium* (planta originaria de dicha región), a dosis de 200 ppm (mg/l), encontrando un 30% de mortalidad en larvas y un 30% en pupas.

En nuestro estudio con el producto biorracional se observó un efecto de repelencia en larvas y adultos de gusano cogollero, inhibiendo la alimentación e induciendo la muda, además el producto causó malformaciones e impidió el desarrollo y crecimiento de las larvas, por lo que también puede constituir un riesgo para los organismos benéficos, siendo importante tomar en cuenta éstas observaciones.

**Producto químico**. El producto químico causó mortalidades del 91 al 100%, desde el primer día después de su aplicación, aún a dosis muy bajas (0.5 y 1%, respectivamente).

## Conclusiones

Los resultados indican que el extracto del árbol de neem (aceite) puede resultar efectivo para el control de larvas de gusano cogollero a bajas dosis, en los primeros días después de aplicar el producto, así mismo se pueden utilizar productos a base de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis*.

Además es importante contar con aislamientos nativos de hongos y bacterias entomopatógenas y de extractos de plantas de la región de origen, los cuales se encuentran adaptados a las condiciones climáticas y presentan mayor toxicidad, virulencia y patogenicidad contra la plaga a atacar.

Este estudio sienta las bases para futuras investigaciones que permitan establecer las mejores alternativas para el control de gusano cogollero empleando microorganismos e ingredientes activos de plantas, dentro de control biológico para lograr un manejo rural sustentable.

### Literatura Citada

- Adel, M. M. y F. Sehnal. 2000. Azaridachtin potenciales the action of ecdysteroid against RH-2485 in *Spodoptera littoralis*. J. insect. Physiol. 46: 267-274.
- Aguirre-Zaleta, O. U. 2010. Efecto de los residuos de metaxifenocida sobre el gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich., México. 60 p.
- Aldana-Llanos, L., D. Salinas-Sánchez, G. Valladares-Cisneros, M. E. Valdéz-Estrada y M.C. Hernández-Reyes. 2006. Efecto biológico de extractos etanólicos de *Ficus godmanii* y *Cochlospermum vitifolium* en gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. Entomología Mexicana. Vol. 5. Tomo 2. 752-754.
- Ashby, G. 1972. The UFAW handbook on the care and management of laboratory animals. pp. 582-587. In: Worden, A. N.; Lane-Petter, W. (Eds.). The Universities Federation for Animal Welfare, Londres.
- Bravo, A., S. Sarabia, L. López, H. Ontiveros, C. Abarca, A. Ortiz, M. Ortiz, L. Lina, F. J. Villalobos, G. Peña, M.E. Nuñez-Valdez, M. Soberón y R. Quintero. 1998. Characterization of cry genes in a Mexican *Bacillus thuringiensis* strain collection. Applied and environmental microbiology. 64(2): 49-65.
- Cao, Jun-li, Varnell, Andrew, and Cooper, Donald. 2011. Gulf war syndrome: A role for organophosphate induced plasticity of locus coeruleus neurons. Available from Nature Precedings <<http://hdl.handle.net/10101/npre.2011.6057.1>> [Revision date: 12 de octubre del 2012]
- Carballo, M. 2002. Manejo de insectos mediante parasitoides. *En: Avances en el fomento de productos fitosanitarios no sintéticos. Manejo integrado de plagas y agroecología. Costa Rica.* 66, 118-122.
- Cortez-Mondaca, E., F. E. Valenzuela-Escoboza. 2011. Efectividad de insecticidas novedosos al 100% y 50% de la dosis sobre gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. Entomología mexicana. Vol. 10. 488-492 p.
- Lezama-Gutiérrez, R, Alatorre-Rosas, R y Sánchez y García-Figueroa F. 1994. Evaluación de cepas de *Nomuraea rileyi* y *Paecilomyces fumosoroseus* contra *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Vedalia*. 1: 19-22.
- López-Villanueva, J. V. M. Coria-Avalos, H. J. Muñoz-Flores, M. B. Nájera-Rincón y G. Orozco-Gutiérrez. 2010. XXXIII Congreso Nacional de Control Biológico. 304-307.
- Maniania N. K. and Fargues J. 1985. Susceptibility of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* to the fungal pathogens *Paecilomyces fumosoroseus* and *Nomuraea rileyi*. *Florida Entomologist* 68: 178-183.
- Méndez, W. A, J. Valle, J. E. Ibarra, J. Cisneros, D. I. Penagos and T. Williams. 2002. Spinosad and nucleopolyhedrovirus mixtures for control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. *Biological control*. 25, 195-206.

Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera. SIAP. 2013. Avance de siembras y cosechas.

Disponible en:

<[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=347](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=347)>[Fecha de revisión: 14 marzo 2013].

Zamora, M. C, Martínez, A. M, Nieto M. S, Schneiner M. I, Figueroa, J. I y, Pineda S. 2008. Actividad de algunos bioinsecticidas biorracionales contra el gusano cogollero. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31(4): 351-357.