

**FORMULACIONES ARTESANALES DE INSECTICIDAS PREPARADAS CON SEMILLA DE NEEM (*Azadirachta indica* A. JUS.) CONTRA GUSANO COGOLLERO *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) EN MAÍZ**

<sup>1</sup>Roberto Gastélum-Luque, <sup>2</sup>Rogoberto Salazar-Yocupcio, <sup>2</sup>Omar Castellón-Castro <sup>1</sup>Tirzo P. Godoy-Angulo, <sup>1</sup>Miguel López-Meza, y <sup>1</sup>Juan Eulogio Guerra-Liera. <sup>1</sup>Profesor-Investigador y <sup>2</sup>estudiante de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Carretera Culiacán-Eldorado, Km. 17.5. C.P. 80000. [gastelum\\_rgl@hotmail.com](mailto:gastelum_rgl@hotmail.com).

**RESUMEN:** Este trabajo se hizo con el objetivo de evaluar la efectividad que tienen diferentes formulaciones artesanales preparadas con semillas de neem (*Azadirachta indica*) trituradas, mezcladas con arena y granos de maíz triturados, así como azadirachtina comercial con arena, en la reducción de larvas de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith y de daños en el cultivo de maíz. Los mejores tratamientos para el control del gusano cogollero fueron donde se hicieron dos aplicaciones de semilla de neem triturada (4 kg ha<sup>-1</sup>) con arena (30 kg ha<sup>-1</sup>) y semilla de neem triturada (4 kg ha<sup>-1</sup>) con granos de maíz (15 kg ha<sup>-1</sup>), los cuales protegieron eficientemente las plantas de maíz durante 22 días, mientras que con una aplicación de novaluron (0.1 L ha<sup>-1</sup>) con arena (30 kg ha<sup>-1</sup>) y clorpirifos (0.5 L ha<sup>-1</sup>) con arena (30 kg ha<sup>-1</sup>), el periodo de protección efectiva fue de 14 días.

Palabras clave: *Spodoptera frugiperda*, *Azadirachta indica*, maíz.

**Artisan insecticides formulations prepared with neem (*Azadirachta indica* A. Jus.) seed against armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) in corn**

**ABSTRACT:** This work was done with the aim of evaluate the effectiveness of different artisan formulations prepared with neem seeds (*Azadirachta indica*) crushed, mixed with sand and crushed corn kernels, also azadirachtina commercial with sand, in the reduction of larvae *Spodoptera frugiperda* JE Smith and damage to the corn crop. The best treatments for control of armyworm where two applications were crushed neem seeds (4 kg ha<sup>-1</sup>) with sand (30 kg ha<sup>-1</sup>), and crushed neem seeds (4 kg ha<sup>-1</sup>) with grain maize (15 kg ha<sup>-1</sup>), which efficiently protected maize plants during 22 days, with one application of novaluron (0.1 L ha<sup>-1</sup>) with sand (30 kg ha<sup>-1</sup>) and chlorpyrifos (0.5 L ha<sup>-1</sup>) with sand (30 kg ha<sup>-1</sup>), the period was effective protection for 14 days.

Key words: *Spodoptera frugiperda*, *Azadirachta indica*, corn.

## Introducción

En Sinaloa, durante el ciclo agrícola 2011-2012 el cultivo de maíz para grano ocupó el segundo lugar, después de cártamo, de la superficie sembrada bajo riego, lo que refleja el interés de los agricultores por este cultivo, cuyo rendimiento medio estatal fue de 10.2 ton ha<sup>-1</sup> (Anónimo, 2012). Tanto en Sinaloa como en la mayoría de los estados productores de maíz de la República Mexicana, el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith es considerado como la principal plaga de este cultivo. En México las pérdidas causadas por gusano cogollero en maíz oscilan entre 40 y 60%. Valdez (2006), reporta que en el Valle de Culiacán, Sinaloa hubo 70% de daño foliar en maíz sin tratar con insecticidas, en etapa de crecimiento de 5, 8 y 13 hojas verdaderas, pero no cuantificó las pérdidas; de acuerdo con Pérez (2006) en este periodo las pérdidas en rendimiento son de 26, 26 y 20%, respectivamente, y cuando el ataque se produce en etapas más tempranas, el daño puede ser mayor ya que las plantas no se recuperan. Para tratar de resolver el problema de gusano cogollero en maíz, la mayoría de los productores han intensificado el uso de insecticidas de acción amplia y hacen de una a dos aplicaciones para su control, y en muchos de los casos mezclan dos insecticidas (Gastélum *et al.*, 2011); si consideramos que en Sinaloa durante el ciclo Otoño-Invierno 2011-2012 se sembraron 369,035 ha de maíz (Anónimo, 2012), se estima entonces que en esta región se aplicaron en este cultivo casi 400,000 litros de

## Gastélum-Luque *et al.*: Formulaciones artesanales de insecticidas preparadas con semilla de Neem...

insecticidas de acción amplia, con todas las consecuencias ecológicas, económicas y sociales que esto implica. Una de las alternativas para reducir los daños causados por gusano cogollero en maíz y disminuir el uso de insecticidas convencionales es el empleo de productos de origen vegetal. Una de las sustancias más usadas como insecticida encontrada en la planta de neem (*Azadirachta indica*) es la azadirachtina (Koul *et al.*, 1990). El efecto causado por extractos obtenidos de semillas de neem contra larvas de gusano cogollero ha sido reportado por diversos investigadores; destacan los éxitos obtenidos con extractos acuosos de semillas (Maredia *et al.*, 1992; Baena *et al.*, 2003; Leite *et al.*, 2010); extractos aceitosos de semillas (Gutiérrez, 2010, Rilda *et al.*, 2010); polvo a base de semilla de neem molida (5 kg ha<sup>1</sup>) más sílice de calcio (material inerte) (5.0 kg ha<sup>1</sup>) Cortéz-Mondaca (2006), y semilla de neem triturada (4 kg ha<sup>1</sup>) mezclada con arena (30 kg ha<sup>1</sup>) (Gastélum *et al.*, 2009). Con base a lo anterior se planteó el presente trabajo con el objetivo de evaluar la efectividad que tienen diferentes formulaciones artesanales preparadas con semillas de neem trituradas, mezcladas con arena y granos de maíz triturados, así como azadirachtina comercial con arena, en la reducción de larvas de *S. frugiperda* y de daños, en el cultivo de maíz.

### Materiales y Método

El trabajo se desarrolló en terrenos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, localizados en la carretera Culiacán-Eldorado km 17.5, ubicada a 24.69765<sup>0</sup> Norte y 107.54679<sup>0</sup> Oeste y a 14 msnm. La densidad de siembra fue de nueve plantas por metro lineal de surco; el híbrido utilizado fue Pionner 30G54, la semilla estaba tratada con clothianidin. El diseño utilizado fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 6 tratamientos (Cuadro 1). Cada parcela experimental se formó de ocho surcos con 0.8 m de separación entre si y ocho metros de longitud, dando un total de 38.4 m<sup>2</sup> por unidad experimental.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados contra gusano cogollero en maíz.

Tratamiento	Descripción
1 Semilla de neem 4 GA	4.0 Kg./ha de semilla de neem* + 30 Kg de arena ha <sup>-1</sup>
2 Semilla de neem 4 GM	4.0 Kg./ha de semilla de neem* + 15 Kg de semilla de maíz ha <sup>-1</sup>
3Azadirachtina 0.5 y 1.0 GA	0.5 y 1.0 L ha <sup>-1</sup> de azadirachtina (Ecozin 3 CE) <sup>1</sup> + 30 Kg ha <sup>-1</sup> de arena
4 Clorpirifos 0.5 G A	0.5 L ha <sup>-1</sup> de clorpirifos (Lorsban 480 E) <sup>2</sup> + 30 Kg ha <sup>-1</sup> de arena
5 Novaluron 0.1 G A	0.1 L ha <sup>-1</sup> de novaluron (Rimon 100 CE) <sup>3</sup> + 30 Kg ha <sup>-1</sup> de arena
6 Testigo	Testigo absoluto

\* Las semillas secas de neem se trituraron y se mezclaron con arena seca y/o semilla de maíz triturada, según el tratamiento

(1) 3% en peso equivale a 4.54% de azadirachtina comercial

(2) Con un contenido de 480 g de i.a L<sup>-1</sup> de producto comercial formulado

(3) Con un contenido de 100 g de i.a L<sup>-1</sup> de producto comercial formulado

La semilla de neem para preparar los tratamientos 1 y 2 se cosechó durante el verano en plantas de neem establecidas en la Facultad de Agronomía, inmediatamente después se despulpó manualmente y se lavó con agua corriente, posteriormente se secó a la sombra. Para preparar los formulados granulados artesanales, en el Tratamiento 1, se trituró la semilla de neem (4 kg) junto con arena (30 kg), en el Tratamiento 2 se usó la misma cantidad de semilla pero ésta se trituró con granos de maíz (15 kg), en ambos tratamientos se utilizó un molino eléctrico para obtener partículas entre 2 y 3 mm de diámetro. Para preparar los tratamientos 3, 4 y 5, la arena (30 kg para cada tratamiento) se extendió uniformemente sobre un plástico y posteriormente se asperjó neem formulado comercial (0.5 L),

clorpirifos (0.5 L) y novaluron (0.1 L), respectivamente, utilizando para ello una aspersora manual, durante la aspersión la arena se revolvió con un rastrillo para homogenizar el producto en el sustrato. Las aplicaciones de los tratamientos se hicieron con un dispositivo tipo salero, depositando el material directamente sobre el cogollo de las plantas. El tratamiento 6 fue el testigo absoluto. La primera aplicación de todos los tratamientos se efectuó el 28 de octubre, en tanto la segunda sólo se realizó en los tratamientos 1, 2 y 3, el 8 de noviembre.

El muestreo de larvas se llevó a cabo en los dos surcos centrales, eliminado un metro en cada extremo, para ello se consideraron todas las plantas con daño reciente, el cual se reconoció porque el cogollo estaba mordisqueado y con excremento fresco y/o la presencia de larvas. El porcentaje de plantas dañadas se calculó multiplicando por 100 el número de plantas dañadas y dividiendo este valor entre el total de plantas sanas y dañadas. Los datos del número de larvas se transformaron a raíz de  $X+1$  y se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS, cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos se utilizó la prueba de Tukey 0.05.

### Resultados y discusión

El 28 de octubre, antes de aplicar (ADA), no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos con total de larvas de *S. frugiperda* registradas y el porcentaje de plantas dañadas, los daños oscilaron entre 36.50 y 52.25% (Cuadro 2), superando notablemente el umbral económico considerado en esta región, que es de 20%. En todas las evaluaciones que se hicieron después de aplicar (1, 4, 7, 11, 15 y 19 de octubre) hubo diferencias significativas entre tratamientos con el número de larvas y el porcentaje de plantas dañadas.

El 1 de noviembre, cuatro días después de la primera aplicación (4 DDA), hubo una significativa reducción de larvas donde se aplicó clorpirifos con arena (T4); su comportamiento estadístico fue diferente a donde se aplicó azadirachtina con arena (T3) y al testigo, pero no lo fue de los otros tratamientos (Cuadro 2). El porcentaje de plantas dañadas disminuyó significativamente en todos los tratamientos con insecticida y solamente en el tratamiento con azadirachtina más arena (T3) se superó el 8.0%, en el testigo hubo 44.5%. En la evaluación del 4 de noviembre (7 DDA) decreció significativamente el promedio de larvas y el porcentaje de plantas dañadas en todos los tratamientos con insecticida, excepto donde se aplicó azadirachtina con arena (T3) que se comportó estadísticamente igual al testigo (Cuadro 2); en todos los tratamientos con insecticida, los daños en plantas oscilaron entre 0.25 y 4.0%, con excepción del tratado con azadirachtina más arena (T3) donde hubo 34.75%, y fue superado por el testigo con 46.5%. El 7 de noviembre (10 DDA) el número de larvas decreció significativamente donde se aplicó clorpirifos (T4) y novaluron (T5), los dos fueron estadísticamente diferentes a donde se aplicó semilla de neem triturada mezclada con arena (T1), granos de maíz triturados con arena (T2) y azadirachtina mezclada con arena (T3), todos fueron diferentes al testigo absoluto (T6); el porcentaje de plantas dañadas se mantuvo significativamente bajo en los tratamientos con novaluron y clorpirifos con arena con menos de 4.0%, siguen los tratamientos con semilla de neem triturada mezclada con maíz triturado (T2) y arena (T1) con 17.5 y 20.5%, respectivamente, donde se aplicó azadirachtina mezclada con arena (T3) hubo 31%. En la evaluación que se hizo el 11 de noviembre hubo significativamente menos larvas y menor porcentaje de plantas dañadas en todos los tratamientos con insecticidas, todos fueron estadísticamente diferentes al testigo; los daños en plantas oscilaron entre 12.75 y 18.25% donde se aplicó dos veces la semilla de neem triturada mezclada con arena (T1) y granos de maíz triturados (T2), y una de clorpirifos (T4) y novaluron (T5) con arena, mientras que donde se aplicó dos veces la azadirachtina con arena (T3) fue de 21.25%. Para el 15 de noviembre el número de larvas y el porcentaje de plantas dañadas decrecieron significativamente donde se hicieron dos aplicaciones de semilla de neem triturada mezclada con arena (T1) y granos de maíz

Gastélum-Luque *et al.*: Formulaciones artesanales de insecticidas preparadas con semilla de Neem...

triturados (T2), así como azadirachtina mezclada con arena (T3), éstos se comportaron diferentes estadísticamente a donde se aplicó una vez clorpirifos (T4) y novaluron (T5) con arena; en esta evaluación se registraron solamente 5.25% de plantas dañadas donde se aplicó azadirachtina mezclada con arena (T3), mientras que donde se trató con semilla de neem triturada mezclada con arena (T1) y granos de maíz triturados (T2), hubo 10.5 y 16%, respectivamente; en cambio donde se hizo una aplicación de novaluron y clorpirifos con arena los daños se incrementaron a 36 y 40%.

Cuadro 2. Promedio de larvas de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith en plantas de maíz. Culiacán, Sinaloa. FA-UAS.

Tratamientos	28 Oct ADA*	1 Nov DDA**	4 Nov DDA**	7 Nov DDA**	11 Nov DDA**	15 Nov DDA**	19 Nov DDA**
1	37.50 a***	5.00 bc	2.50 b	15.00 b	9.25 b	7.50 c	10.50 cd
2	27.70 a	4.75 bc	2.50 b	11.75 b	12.00 b	10.50 c	12.75 c
3	35.20 a	13.50 b	23.25 a	21.25 b	14.25 b	3.750 c	2.50 d
4	37.70 a	2.50 c	0.25 b	2.50 c	13.50 b	29.75 b	43.25 ab
5	25.00 a	4.50 bc	0.25 b	1.25 c	8.50 b	24.00 b	30.75 b
6	25.50 a	31.75 a	33.00 a	45.25 a	49.25 a	58.25 a	59.25 a

\* ADA Antes de aplicar.

\*\* DDA Días después de aplicar

\*\*\* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey 0.05, con datos transformados a raíz de X+1.

En la última evaluación que se hizo el 19 de noviembre hubo significativamente menos larvas donde se hicieron dos aplicaciones de azadirachtina con arena (T3), le siguieron los tratamientos con semilla de neem triturada mezclada con arena (T1) y granos de maíz triturados (T2), todos fueron diferentes a los que se aplicó una vez clorpirifos (T4) y novaluron (T5) con arena; de nueva cuenta, el porcentaje de plantas dañadas se mantuvo significativamente más bajo donde se hicieron dos aplicaciones de azadirachtina mezclada con arena (T3), semilla de neem triturada mezclada con arena (T1) y granos de maíz triturados (T2), con 3.75, 14.5 y 19.25%, respectivamente y contrastaron con los tratamientos donde se hizo una aplicación de novaluron (T5) y clorpirifos (T4) con arena, donde cada uno registró 46 y 57%.

Cuadro 3. Porcentaje de plantas de maíz dañadas por larvas de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith. Culiacán, Sinaloa. FA-UAS.

Tratamientos	28 Oct ADA*	1 Nov DDA**	4 Nov DDA**	7 Nov DDA**	11 Nov DDA**	15 Nov DDA**	19 Nov DDA**
1	52.25 a***	7.00 b	3.75 b	20.50 bc	13.25 b	10.50 c	14.50 c
2	41.25 a	7.25 b	4.00 b	17.50 bc	18.25 b	16.00 c	19.25 c
3	50.50 a	20.00 b	34.75 a	31.00 b	21.25 b	5.25 c	3.75 c
4	50.25 a	3.50 b	0.25 b	3.25 c	18.25 b	40.00 b	57.75 b
5	37.25 a	6.75 b	0.25 b	1.50 c	12.75 b	36.00 b	46.25 b
6	36.50 a	44.50 a	46.50 a	64.50 a	68.50 a	80.75 a	83.00 a

\* ADA Antes de aplicar.

\*\* DDA Días después de aplicar

\*\*\* Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey 0.05, con datos transformados a raíz de X+1.

Resultados parecidos a los obtenidos en este trabajo utilizando extractos de semillas de neem contra larvas de gusano cogollero han sido reportado por diversos investigadores; sobresalen los resultados obtenidos con extractos acuosos de semillas (Maredia *et al.*, 1992; Baena *et al.*, 2003; Leite

*et al.*, 2010) y hojas (Montes-Molina *et al.*, 2008) y extractos aceitosos de semillas (Maredia *et al.*, 1992; Gutiérrez, 2010; Rilda *et al.*, 2010), con formulaciones granuladas artesanales preparadas con semilla de neem molida ( $5 \text{ kg ha}^{-1}$ ) más sílice de calcio (material inerte) ( $5.0 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Cortéz-Mondaca, 2006) y semilla de neem molida ( $4 \text{ kg ha}^{-1}$ ) + arena ( $30 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Gastélum *et al.*, 2009).

### Conclusiones

Los mejores tratamientos para el control del gusano cogollero fueron donde se hicieron dos aplicaciones de semilla de neem triturada ( $4 \text{ kg ha}^{-1}$ ) con arena ( $30 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y semilla de neem triturada ( $4 \text{ kg ha}^{-1}$ ) con granos de maíz ( $15 \text{ kg ha}^{-1}$ ), los cuales protegieron eficientemente las plantas de maíz durante 22 días, mientras que con una aplicación de novaluron ( $0.1 \text{ L ha}^{-1}$ ) con arena ( $30 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y clorpirifos ( $0.5 \text{ L ha}^{-1}$ ) con arena ( $30 \text{ kg ha}^{-1}$ ), el periodo de protección efectiva fue de 14 días.

### Literatura Citada

- Anónimo. 2012. Avance de siembras y cosechas. Concentrado estatal. SAGARPA. Delegación Estatal en Sinaloa. Subdelegación Agropecuaria.
- Bahena J. F., Sánchez, M. R. y M. A. Miranda S. 2003. Extractos vegetales y bioplaguicidas, alternativas para el combate del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Entomología Mexicana Vol 2. Eds: J. Romero N, E. G. Estrada V y A. Equihua M. Sociedad Mexicana de Entomología A.C.
- Cortéz-Mondaca, E. 2006. Efectividad biológica de insecticidas biorracionales para el control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. Entomología Mexicana. Vol. 5. Tomo 2. Estrada E. G., Romero, N. V. J., Equihua M. A. Luna L. C. y J. L. Rosas A. (Eds.). Sociedad Mexicana de Entomología A.C. Pp.668-672.
- Gastélum-Luque, R., Avendaño-Meza, F., López-Meza, M., Godoy-Angulo, T. P., Díaz-Sosa, O. E., Medina-López, R. y M. G. Yáñez-Juárez. 2009. Formulaciones granuladas artesanales de insecticidas biorracionales contra gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en maíz. Entomología Mexicana. Vol. 8. Sociedad Mexicana de Entomología A.C.
- Gastélum, L. R., López, M. M. y T. P. Godoy A. 2011. Plagas del maíz y su manejo. En: V Jornada Tecnológica del Cultivo de Maíz. Memoria de capacitación. Fundación Produce Sinaloa. SAGARPA. GOB. DEL ESTADO DE SINALOA.CVTTS. UAS. Pp. 23-43
- Gutiérrez, G. S. C. 2010. Efecto del neem (*Azadirachta indica* A. Juss) en el desarrollo biológico y en el metabolismo del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Postgrado de Fitosanidad. Entomología y Acarología. 75 p.
- Koul, O., Isman, M. B. and C. M. J. Ketkar. 1990. Properties and uses of neem *Azadirachta indica*. Canadian Journal of Botany. 68:1-11.
- Leite de L. M. P., Vargas, de O. J., Corrêa, G. M. G. Jr., Marques, E. J. y C. A. Araújo. 2010. Bioatividade de formulações de nim (*Azadirachta indica* A. Juss, 1797) e de *Bacillus thuringiensis* subsp. aizawai em lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Ciênc. Agrotec., Lavras, V. 34, N. 6. Pp. 1381-1389.
- Maredia, K. M., Segura O. L. and A. J Mihm. 1992. Effects of neem *Azadirachta indica* on six species of maize insect pest. Tropical Pest Management. 38(2): 190-195.
- Pérez, M. E. 2006. Acciones para controlar el gusano cogollero en el cultivo de maíz. Panorama Agropecuario. Sinaloa, México. Año 16. No. 177. Pp. 9-11.

Gastélum-Luque *et al.*: **Formulaciones artesanales de insecticidas preparadas con semilla de Neem...**

- Railda, R. A, Dourado D. M., Matias, R., Porto K. R. A., Bednaski, A. V. & da Costa R. B. 2010. The effect of sub-lethal doses of *Azadirachta indica* (Meliaceae) oil on the midgut of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). *Revista Brasileira de Entomología* 54(3): 505–510.
- Valdez, B. A. 2006. Dinámica poblacional, estimación de daño y alternativas de manejo del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis de Maestría en Ciencias de la Producción Agrícola, con opción en protección vegetal. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa. México.