

Organismos entomopatógenos, control etológico y químico para el manejo de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) en maíz

Entomopathogenic organisms, ethological and chemical control for the management of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) in corn

Fernando Ramos-Gourcy*✉, Alberto Margarito García-Munguía*,
Otilio Vázquez-Martínez*, Jesús Marín Fuantos-Mendoza*

Ramos-Gourcy, F., García-Munguía, A. M., Vázquez-Martínez, O., & Fuantos-Mendoza, J. M. (2022). Organismos entomopatógenos, control etológico y químico para el manejo de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) en maíz. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 30(86), e3380. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2022863380>

RESUMEN

La baja producción de maíz se debe, principalmente, a problemas fitosanitarios. El gusano cogollero es la plaga más importante, donde a pesar del permanente uso de insecticidas, hay pérdidas hasta de 50% en rendimiento. El estudio se estableció utilizando un diseño experimental en Bloques Completamente al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones con arreglo en franjas. Los tratamientos fueron: 1) testigo; 2) insecticida químico; 3) Spinosad + trampa con feromona + *Trichogramma pretiosum* + *Chrysoperla carnea*; 4) *Bacillus thuringiensis* + trampa con feromona + *Trichogramma pretiosum* + *Chrysoperla carnea*; 5) Azadiractina + trampa con feromona + *Trichogramma pretiosum* + *Chrysoperla carnea*. El Tratamiento 3 tuvo un porcentaje de infestación menor en las plantas y superó al Tratamiento 2; mostró una mayor eficacia en el control del gusano cogollero y tuvo el rendimiento de grano más alto. Este tratamiento es una alternativa para el manejo de la plaga.

Palabras clave: maíz; gusano cogollero; organismos entomopatógenos; control biológico; control químico.

Recibido: 8 de septiembre de 2021, Aceptado: 5 de abril de 2022

*Departamento de Ciencias Agronómicas, Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Av. Universidad No. 940, Col. Cd. Universitaria, C. P. 20131, Aguascalientes, Ags., México. Correo electrónico: framosg@correo.uaa.mx; almagamu@hotmail.com; ovazmar@correo.uaa.mx; fuantos2001@yahoo.com.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1811-5159>; <https://orcid.org/0000-0001-5450-3197>; <https://orcid.org/0000-0002-1943-4541>

✉ Autor para correspondencia

ABSTRACT

The low production of corn is mainly due to phytosanitary problems. Fall armyworm is the most important pest, where despite the permanent use of insecticides, there are losses of up to 50% in yield. The study was established using a Completely Randomized Block experimental design with five treatments and four replications in a striped arrangement. The treatments were: 1) control; 2) chemical insecticide; 3) Spinosad + pheromone trap + *Trichogramma pretiosum* + *Chrysoperla carnea*; 4) *Bacillus thuringiensis* + pheromone trap + *Trichogramma pretiosum* + *Chrysoperla carnea*; 5) Azadirachtin + pheromone trap + *Trichogramma pretiosum* + *Chrysoperla carnea*. Treatment 3 had a lower percentage of infestation of the pest in plants and exceeded Treatment 2; showed greater efficacy in controlling fall armyworm and had higher grain yield. This treatment is an alternative for pest management.

Keywords: corn; Fall Armyworm; entomopathogenic organisms; biologic control; chemical control.

INTRODUCCIÓN

México es el quinto productor de maíz en el mundo y también es un importante consumidor (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2020). Los principales estados productores de maíz grano son Sinaloa (23%), Jalisco (14%), Michoacán (8%), Edo. de México (7%) y Guanajuato (6%); estas entidades aportan 58% de la producción total (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2020).

Las plagas del maíz limitan el rendimiento y la productividad del cultivo, entre ellas el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), considerada la plaga más importante (Blanco et al., 2014; Molina-Ochoa et al., 2001; Morillo & Notz, 2001; Murúa & Virla, 2004; Zenner de Polanía, Arévalo Maldonado, Mejía Cruz, & Díaz Sánchez, 2009). Los niveles de infestación por larvas de gusano cogollero pueden causar una reducción de 15 a 73% en el rendimiento (Figueiredo, Martins-Dias, & Cruz, 2006). Se utilizan aproximadamente 3,000 toneladas de ingrediente activo por año para combatirla (Blanco et al., 2010). Se ha demostrado la resistencia de esta plaga cuando se someten a presión de selección a ingredientes activos de insecticidas como los piretroides (Lambda cialotrina) y carbamatos (Metomil) (Morillo & Notz, 2001).

Con el fin de disminuir el impacto ambiental derivado de medidas de protección de cultivos es necesario estudiar alternativas para el control de *S. frugiperda* que sean seguras para el ambiente y la salud humana y compatibles con las prácticas de manejo integrado de plagas (Zamora et al., 2008). Diversos estudios mostraron que el uso de Spinosad, agentes de control biológico como *Trichogramma pretiosum* y de trampas con feromonas produjeron una disminución en el Porcentaje de infestación y un incremento en el rendimiento de grano (Cruz, Figueiredo, da Silva, & Foster, 2010; Figueiredo, Cruz, Da Silva, & Foster, 2015; Hardke, Temple, Leonard, & Jackson, 2011; Tomquelski & Martins, 2007).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficiencia de tres alternativas más amigables con el medio ambiente para el manejo del gusano cogollero en el cultivo de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el ciclo agrícola primavera-verano de los años 2015 y 2016 se estableció un experimento para evaluar el impacto de Lambda cyalotrina, Spinosad, *Bacillus thuringiensis*, Azadiractina, *Trichogramma pretiosum* y *Chrysoperla carnea* en el rendimiento del cultivo de maíz para la producción de grano. El experimento se estableció en la Unidad de Producción de Pasturas, localizada en el Área Agrícola de la Posta Zootécnica del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, situada a 21° 58' N, 102° 21' O y a 1,831 m s. n. m. Los tratamientos del estudio se describen en la tabla 1.

Tabla 1
Descripción de los tratamientos del estudio

Número de tratamiento	Ingrediente activo	Dosis por hectárea	Trampas (con feromona* sexual) ha ⁻¹	<i>Trichogramma pretiosum</i> ** in ² ha ⁻¹	<i>Chrysoperla carnea</i> ** ml ha ⁻¹
1	Testigo	0	0	0	0
2	Lambda cyalotrina*	250 ml	0	0	0
3	Spinosad*	200 ml	4	25	2
4	<i>Bacillus thuringiensis</i> *	1,000 g	4	25	2
5	Azadiractina*	1,000 ml	4	25	2

Nota: *(Z)-9-acetato de tradecenilo y (Z)-7-acetato de dodecenilo (Cruz-Esteban et al., 2020).

**Dos aplicaciones o liberaciones o ambas.

Elaboración propia.



Figura 1. Colocación de trampas con feromona en los tratamientos 3, 4 y 5. Fotografía del equipo de investigación.

El experimento se estableció a campo abierto utilizando un diseño experimental en bloques completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones con arreglo en franjas (figura 1). Las franjas tenían 20 m de ancho (28 surcos con una separación de 0.71

m) y una longitud de 100 m. La superficie de cada franja fue de 2,000 m². A lo largo de las franjas se distribuyeron las repeticiones (25 m). Para que existiera independencia entre las repeticiones se dejaron 5 m entre cada repetición. La superficie de las unidades experimentales fue de 500 m². La parcela útil se integró de los 14 surcos centrales y 15 m de longitud (parte central de la unidad experimental), que correspondió a una superficie de 150 m². La superficie total del experimento fue de 10,000 m². La separación entre plantas fue de 0.19 m. La densidad de plantación fue 75,000 plantas ha⁻¹. En cada surco se colocó cintilla para riego por goteo de la marca Pathfinder calibre 6,000 con emisores cada 10 cm. La cintilla se dispuso al centro de los surcos.

En el experimento se estableció el híbrido de maíz 2370 de la empresa Dow AgroSciences, debido a que este material ha mostrado tener gran adaptabilidad a las condiciones de clima y suelo en la zona de estudio. Para el establecimiento del cultivo se empleó una sembradora de precisión marca John Deere. La preparación del terreno se hizo según la forma tradicional de preparación de suelos (arado, dos pasos de rastra, siembra y escarda). El riego de las parcelas se efectuó según la evapotranspiración potencial que se medía en el tanque evaporímetro que se tiene en el Área Agrícola. Además, la humedad se controló con un medidor portátil (Spectrum Technologies, Inc., Modelo 6400). Para el manejo fitosanitario de todas las parcelas del lote experimental (malezas y enfermedades) se empleó el paquete tecnológico para el manejo de cultivo de maíz de grano del Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato, A.C. (s. f.).

A los cinco días de la germinación se iniciaron los muestreos semanales a fin de observar la infestación por larvas del cogollero en las plantas de maíz. Cuando la infestación fue superior a 15% en todo el lote experimental se procedió a realizar la aplicación de los tratamientos. Para evaluar el efecto de los tratamientos se realizaron muestreos a los 7, 14, 21 y 28 d después de la primera aplicación.

Las variables evaluadas fueron:

- 1) *Índice de severidad*: En cada evaluación se determinó el daño de las plantas muestreadas por las larvas con la escala visual descrita en la tabla 2.

Tabla 2

Índice de severidad de las plantas afectadas por gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en maíz

Índice de severidad (v)	Descripción del daño
0	Plantas sin daños o poco dañadas
1	Daño evidente en hojas
2	Varias hojas y tallos trozados sin nudo destruido
3	Un nudo del tallo destruido
4	Dos nudos destruidos
5	Tres o más nudos destruidos

Nota: Elaboración propia.

La evaluación se realizó sobre 10 plantas por unidad experimental (40 por tratamiento) con competencia completa para todas las fechas de muestreo. Este fue totalmente aleatorizado con una revisión minuciosa de las plantas.

- 2) *Porcentaje de infestación*. Para medir esta variable, se utilizó la fórmula de Townsend y Heuberger (1943) para transformar el *índice de severidad a porcentaje de infección*.

$$PI = \frac{\sum_0^5 v * n}{V * N} * 100$$

donde PI= Porcentaje de infestación; v= Índice de severidad (0, 1, 2, 3, 4, 5); n= No. de plantas con los síntomas para cada Índice de severidad; V= Valor del Índice de severidad más alto (5); N= No. total de plantas muestreadas por tratamiento (10 plantas).

- 3) *Eficacia del producto (%)*. Para medir esta variable se utilizó la fórmula de Abbott (1925).

$$EP = \frac{PI - pi}{PI} * 100$$

donde EP= Eficacia del producto; PI= Porcentaje de infección en el tratamiento Testigo; pi= Porcentaje de infección en cada tratamiento.

- 4) *Rendimiento de grano (kg ha⁻¹)*. Esta variable se ajustó a 15% de humedad y de acuerdo con el número de plantas en cada unidad experimental.

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza utilizando el procedimiento PROC ANOVA del paquete estadístico Statistical Analysis System. Si los resultados del análisis de varianza mostraron un efecto significativo entre los tratamientos estudiados se corrió la prueba diferencia mínima significativa (DMS) a 1% de probabilidad ($p \leq 0.01$) y se calculó el coeficiente de correlación de Pearson ($p \leq 0.01$) entre las variables del estudio.

RESULTADOS

Diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) se observaron entre los tratamientos del estudio con respecto al testigo para la variable *Porcentaje de infestación*. El tratamiento con Spinosad + trampa con feromona + *T. pretiosum* + *C. carnea* mostró un menor *porcentaje de infestación* del gusano cogollero y fue menor (en promedio) al tratamiento con insecticida químico y al testigo absoluto (tabla 3).

Tabla 3
Porcentaje de infestación para las cuatro fechas de muestreo

Tratamiento	Días después de la primera aplicación				Promedio
	7	14	21	28	
1.- Testigo	27.5	31.0	28.0	28.5	28.75 ^c
2.- Lambda cyalotrina	20.5	19.0	14.5	17.0	17.75 ^b
3.- Spinosad + trampa con feromona + <i>Trichogramma pretiosum</i> + <i>Chrysoperla carnea</i>	6.5	13.0	7.5	13.5	10.13 ^a
4.- <i>Bacillus thuringiensis</i> + trampa con feromona + <i>Trichogramma pretiosum</i> + <i>Chrysoperla carnea</i>	21.5	19.0	12.0	20.0	18.13 ^b
5.- Azadiractina + trampa con feromona + <i>Trichogramma pretiosum</i> + <i>Chrysoperla carnea</i>	17.5	18.5	12.5	16.5	16.25 ^b

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$). $R^2 = 91\%$; C. V. = 12%.
Elaboración propia.

Se observaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los tratamientos con respecto al testigo para la variable *eficacia del producto*. El tratamiento Spinosad + trampa con feromona + *T. pretiosum* + *C. carnea* mostró mayor eficacia, seguido del tratamiento con Azadiractina + trampa con feromona + *T. pretiosum* + *C. carnea* (tabla 4).

Tabla 4
Eficacia del producto (%) para las cuatro fechas de muestreo

Tratamiento	Días después de la primera aplicación				Promedio (%)
	7	14	21	28	
1.- Testigo	0	0	0	0	0
2.- Lambda cyalotrina	25.5	38.7	48.2	40.4	38.2 ^b
3.- Spinosad + trampa con feromona + <i>Trichogramma pretiosum</i> + <i>Chrysoperla carnea</i>	76.4	58.1	73.2	52.6	65.08 ^a
4.- <i>Bacillus thuringiensis</i> + trampa con feromona + <i>Trichogramma pretiosum</i> + <i>Chrysoperla carnea</i>	21.8	38.7	57.1	29.8	36.85 ^b
5.- Azadiractina + trampa con feromona + <i>Trichogramma pretiosum</i> + <i>Chrysoperla carnea</i>	36.4	40.3	55.4	42.1	43.55 ^b

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$). $R^2 = 85\%$, C. V. = 28%.
Elaboración propia.

Para la variable *rendimiento de grano* el tratamiento con Spinosad + trampa con feromona + *T. pretiosum* + *C. carnea* presentó un mayor rendimiento (8,800 kg ha⁻¹), seguido del tratamiento Lambda cyalotrina (8,200 kg ha⁻¹). Con respecto al testigo absoluto, el tratamiento con Spinosad mostró un incremento de 20% en el rendimiento (figura 2).

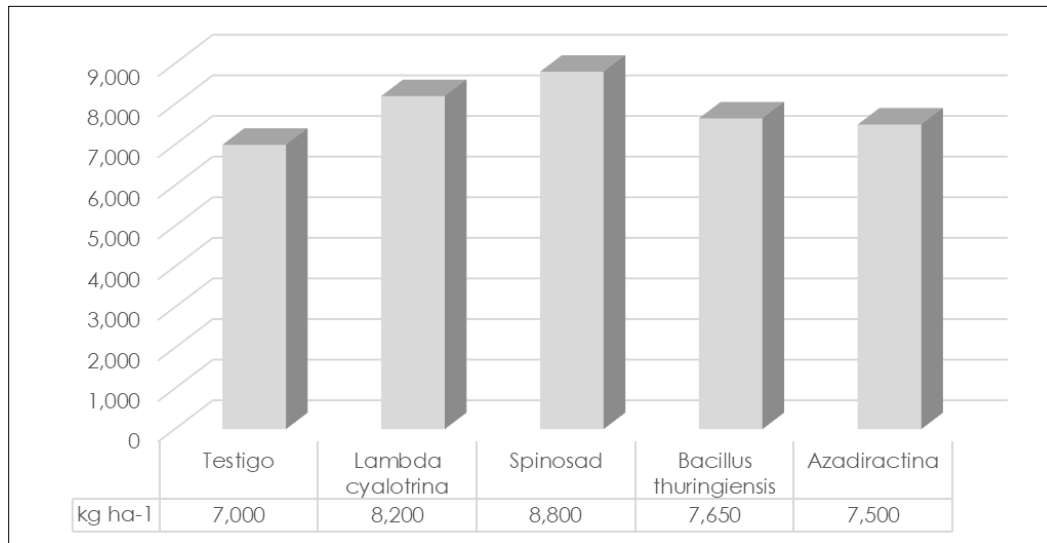


Figura 2. Rendimiento de grano (kg ha⁻¹) de los cinco tratamientos del estudio. Elaboración propia.

Para la variable *rendimiento de grano* se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos Spinosad con respecto al testigo absoluto y Spinosad con respecto a Azaridactina (tabla 5).

Tabla 5

Prueba de comparaciones múltiples (DMS) entre los tratamientos del estudio para la variable Rendimiento de grano (kg ha⁻¹)

Treatment	Lambda cyalotrina	Spinosad + trampa con feromona + <i>Trichogramma pretiosum</i> + <i>Chrysoperla carnea</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> + trampa con feromona + <i>Trichogramma pretiosum</i> + <i>Chrysoperla carnea</i>	Azadiractina + trampa con feromona + <i>Trichogramma pretiosum</i> + <i>Chrysoperla carnea</i>
Testigo	240 ^{ns}	360*	130 ^{ns}	100 ^{ns}
Lambda cyalotrina		120 ^{ns}	110 ^{ns}	140 ^{ns}
Spinosad + trampa con feromona + <i>Trichogramma pretiosum</i> + <i>Chrysoperla carnea</i>			230 ^{ns}	260*
<i>Bacillus thuringiensis</i> + trampa con feromona + <i>Trichogramma pretiosum</i> + <i>Chrysoperla carnea</i>				30 ^{ns}

Nota: Diferencia mínima significativa (DMS) ($p \leq 0.025$)= 242.561 kg. *Diferencias significativas. ns= No significativas. Elaboración propia.

En la tabla 6 se presenta el número total de machos capturados en las trampas con feromonas.

Tabla 6
Número total de machos capturados en las trampas con feromonas para cada periodo de muestreo

Tratamiento	Días de muestreo a partir del 25 de julio				Total
	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	
1.- Testigo	0	0	0	0	0
2.- Lambda cyalotrina	0	0	0	0	0
3.- Spinosad + trampa con feromona + <i>Trichogramma pretiosum</i> + <i>Chrysoperla carnea</i>	185	90	13	5	293
4.- <i>Bacillus thuringiensis</i> + trampa con feromona + <i>Trichogramma pretiosum</i> + <i>Chrysoperla carnea</i>	105	85	19	2	211
5.- Azadiractina + trampa con feromona + <i>Trichogramma pretiosum</i> + <i>Chrysoperla carnea</i>	167	78	13	2	260

Nota: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 6 en las primeras etapas de desarrollo del cultivo se capturaron un mayor número de machos en las trampas con feromonas. El tratamiento con Spinosad + trampa con feromona + *Trichogramma pretiosum* + *Chrysoperla carnea* tuvo un mayor número de machos adultos capturados (293 palomillas macho), lo que permitió un mayor control del gusano cogollero en el cultivo de maíz, seguido del tratamiento con Azadiractina + trampa con feromonas + *Trichogramma pretiosum* + *Chrysoperla carnea* (260 palomillas macho). En la tabla 7 se presenta el coeficiente de correlación de Pearson entre las principales variables del estudio.

Tabla 7
Coeficientes de correlación de Pearson entre las principales variables del estudio

Variable	Porcentaje de infestación (%)	Eficacia del producto (%)	Rendimiento de grano (kg ha ⁻¹)
Porcentaje de infestación (%)	--	-0.86**	-0.82**
Eficacia del producto (%)		--	0.80**

Nota: ** Correlación significativa ($p \leq 0.01$).
Elaboración propia.

En la tabla 7 se observa que conforme se reduce el valor del porcentaje de infestación (%) aumenta el valor de la eficacia del producto (%) y el rendimiento de grano (kg ha⁻¹). Asimismo, cuando se incrementa el valor de la eficacia del producto (%) aumenta la expresión del rendimiento de grano (kg ha⁻¹).

DISCUSIÓN

En este estudio el porcentaje de infestación más bajo se observó para el Tratamiento 3; 10.13% en promedio para las cuatro fechas de muestreo. Estos resultados son similares a los reportados por Cruz et al. (2010), quienes evaluaron insecticidas para el control de gusano cogollero e indican que Spinosad, Metomilo, y Zeta-Cipermetrina mostraron porcentajes de infestación promedio de 2.5%.

Como consecuencia del resultado anterior la *eficacia del producto* fue superior (65%) en el Tratamiento 3 con respecto al testigo. Tomquelski & Martins (2007) reportaron resultados similares de más de 80% de mortalidad de gusano cogollero con dos aplicaciones de Spinosad en cultivo de maíz. Hardke et al. (2011) encontraron mortalidades superiores a 40% de larvas gusano cogollero en evaluaciones con Spinosad y otros insecticidas químicos. Estos resultados son prometedores porque confirman que hay alternativas más amigables con el medio ambiente que permiten un control muy efectivo de la plaga más dañina para las plantas del cultivo de maíz.

Además, el tratamiento con Spinosad + trampa con feromona + *T. pretiosum* + *C. carnea* (Tratamiento 3) mostró el *mayor rendimiento de grano* (8,800 kg ha⁻¹). Resultados similares fueron reportados por Figueiredo et. al. (2015), quienes evaluaron el agente de control biológico *T. pretiosum* para reducir las poblaciones de *S. frugiperda*. Sus resultados indican que el rendimiento de grano en las parcelas parasitadas aumentó en 701 kg ha⁻¹ frente a parcelas testigo (equivale a un aumento en la producción de 19%).

El uso de productos como Spinosad, trampas con feromonas y agentes de control biológico tuvieron como efecto mayor control del gusano cogollero. Cruz, Figueiredo, da Silva, Paula y Foster (2012) reportaron que el empleo de trampas con feromona mostró un mayor efecto del insecticida Spinosad que causó 90% de mortalidad larval. Estos resultados confirman que el uso de trampas con feromonas sexuales como atrayente son una alternativa etológica muy eficiente que permite reducir el daño producido por el gusano cogollero al interrumpir el ciclo de reproducción del insecto.

CONCLUSIONES

El tratamiento con Spinosad + trampa con feromona + *Trichogramma pretiosum* + *Chrysoperla carnea* mostró un *menor porcentaje de infestación*, *mayor eficacia del producto* y *más rendimiento de grano*.

Algunas de las ventajas del uso de Spinosad, trampas con feromonas sexuales, parasitoides y depredadores es que no poseen toxicidad intrínseca y no afectan la biodiversidad del agroecosistema. No contaminan el medio ambiente ni tienen residualidad en el suelo ni en los mantos de agua (superficiales y profundos). No eliminan el gusano cogollero, sino que regulan su dinámica poblacional y evitan que rebase el umbral económico. Evitan que los insectos plaga desarrollen resistencia, como ocurre con los insecticidas químicos.

REFERENCIAS

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265-267. doi: 10.1093/jee/18.2.265a
- Blanco, C. A., Pellegaud, J. G., Nava-Camberos, U., Lugo-Barrera, D., Vega-Aquino, P., Coello, J., ... Vargas-Camplis, J. (2014). Maize pests in Mexico and challenges for the adoption of integrated pest management programs. *Journal of Integrated Pest Management*, 5(4), E1-E9. doi: 10.1603/IPM14006

- Blanco, C. A., Portilla, M., Jurat-Fuentes, J. L., Sánchez, J. F., Viteri, D., Veja-Aquino, P., ... Jackson, R. (2010). Susceptibility of isofamilies of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to Cry1Ac and Cry1Fa proteins of *Bacillus thuringiensis*. *Southwestern Entomologist*, 35(3), 409-415. doi: 10.3958/059.035.0325
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato, A.C. (s. f.). *Manual de plagas y enfermedades en maíz* [Documento en pdf]. Guanajuato, México: Autor. Recuperado de http://cesaveg.org.mx/boletines/manual_maiz.pdf
- Cruz, I., Figueiredo, M. L. C., da Silva, R. B., & Foster, J. E. (2010). Efficiency of chemical pesticides to control *Spodoptera frugiperda* and validation of pheromone trap as a pest management tool in maize crop. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 9(2), 107-122. Recuperado de <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/320>
- Cruz, I., Figueiredo, M. L. C., da Silva, R. B., Paula, C. D., & Foster, J. E. (2012). Using sex pheromone traps in the decision-making process for pesticide application against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* [Smith] [Lepidoptera: Noctuidae]) larvae in maize. *International Journal of Pest Management*, 58(1), 83-90. doi: 10.1080/09670874.2012.655702
- Cruz-Esteban, S., Rojas, J. C., & Malo, E. A. (2020). A pheromone lure for catching fall armyworm males (Lepidoptera: Noctuidae) in Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)*, 36(1), 1-11. doi: 10.21829/azm.2020.3612271
- Figueiredo, M. L. C., Martins-Dias, A. M. P., & Cruz, I. (2006). Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(12), 1693-1698. Recuperado de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/32465/1/Relacao-entre.pdf>
- Figueiredo, M. L. C., Cruz, I., da Silva, R. B., & Foster, J. E. (2015). Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 1175-1183. doi: 10.1007/s13593-015-0312-3
- Hardke, J. T., Temple, J. H., Leonard, B. R., & Jackson, R. E. (2011). Laboratory toxicity and field efficacy of selected insecticides against fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomologist*, 94(2), 272-278. doi: 10.1653/024.094.0221
- Molina-Ochoa, J., Hamm, J. J., Lezama-Gutierrez, R., Lopez-Edwards, M., González-Ramírez, M., & Pescador-Rubio, A. (2001). A survey of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids in the Mexican states of Michoacán, Colima, Jalisco, and Tamaulipas. *Florida Entomologist*, 84(1), 31-36. doi: 10.2307/3496659
- Morillo, F., & Notz, A. (2001). Resistencia de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambdacihalotrina y metomil. *Entomotropica*, 16(2), 79-87. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/pdf?em01011>
- Murúa, M. G., & Virla, E. G. (2004). Presencia invernal de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el área maicera de la provincia de Tucumán, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 105(2), 46-52. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/15677>

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2020). Producción de maíz: los 10 productores principales 2000-2018 [Base de datos]. Recuperado en julio de 2020, de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2020). Anuario estadístico de la producción agrícola [Base de datos]. Recuperado de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Tomquelski, G. V., & Martins, G. L. M. (2007). Eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho na região dos chapadões. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 6(1), 26-39. Recuperado de <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/209>
- Townsend, G. R., & Heuberger, J. W. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicidal experiments. *The Plant Disease Reporter*, 27(17), 340-343.
- Zamora, M. C., Martínez, A. M., Nieto, M. S., Schneider, M. I., Figueroa, J. I., & Pineda, S. (2008). Actividad de algunos insecticidas biorracionales contra el gusano cogollero. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(4), 351-357. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/610/61031407.pdf>
- Zenner de Polanía, I., Arévalo Maldonado, H. A., Mejía Cruz, R., & Díaz Sánchez, J. L. (2009). *Spodoptera frugiperda*: Respuestas de distintas poblaciones a la toxina Cry1Ab. *Revista Colombiana de Entomología*, 35(1), 34-41. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v35n1/v35n1a07.pdf>



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Usted es libre de Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material
La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Atribución — Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente.

NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.

CompartirIgual — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.