

INSECTICIDAS BIORRACIONALES PARA EL MANEJO DEL GUSANO DEL FRUTO EN TOMATE DE CÁSCARA

BIORATIONAL INSECTICIDES FOR THE MANAGEMENT OF FRUTWORM IN HUSK TOMATOES

Díaz Nájera, J.F.¹; Ayvar-Serna S.^{1*}; Arispe Vázquez J.L.²; Vargas Hernández, M.³

¹Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, Iguala de la Independencia, Guerrero, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Iguala de la Independencia, Guerrero, México.

³Universidad Autónoma Chapingo. Km. 35.5 Texcoco-México. C. P. 56230. ⁴Universidad Autónoma de Guerrero.

*E-mail: ayvar.serna@csaegro.edu.mx

Fecha de envío: 30, mayo, 2025

Fecha de publicación: 10, diciembre, 2025

Resumen:

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de cinco insecticidas de última generación sobre el porcentaje de frutos dañados por gusano del fruto (*Heliothis subflexa*) en el cultivo de tomate de cáscara, variedad Yema de huevo, bajo condiciones de riego. Se probaron los tratamientos: T1 = Denim® (Benzooato de emamectina), T2 = PalgusTM (Spinetoram), T3 = Nomolt® (Teflubenzuron), T4 = Massada® (Novaluron), T5 = Coragen® (Clorantraniliprole) y T6 = testigo (sin aplicación). Las aplicaciones se realizaron en tres ocasiones siguiendo un diseño de bloques completos al azar con 24 unidades experimentales. Se realizaron cuatro evaluaciones del porcentaje de frutos dañados durante el ciclo del cultivo. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos. Los tratamientos con Denim® y Coragen® presentaron los menores porcentajes de frutos dañados, lo que indica una alta efectividad en el control del gusano del fruto. Por el contrario, los tratamientos testigo y Nomolt® registraron los mayores porcentajes de daño en las cuatro evaluaciones realizadas. El comportamiento de la variable se analizó mediante modelos de regresión lineal simple y polinomial, lo que permitió describir la tendencia del daño a lo largo del ciclo del cultivo. Estos resultados indican que la aplicación de insecticidas puede reducir significativamente el porcentaje de frutos dañados, mejorando así la calidad de la producción.

Palabras clave: Tomate de cáscara, gusano del fruto, frutos dañados, insecticidas.

Abstract:

This study aimed to evaluate the effect of five next-generation insecticides on the percentage of damaged fruits caused by fruitworm (*Heliothis subflexa*) in husk tomato (var. Yema de Huevo) under irrigated conditions. The treatments tested were: T1 = Denim® (Emamectin benzoate), T2 = PalgusTM (Spinetoram), T3 = Nomolt® (Teflubenzuron), T4 = Massada® (Novaluron), T5 = Coragen® (Chlorantraniliprole), and T6 = untreated control. Applications were made three times following a randomized complete block design with 24 experimental units. Four evaluations were conducted to measure the percentage of damaged fruits during the crop cycle. Significant differences were found among treatments. Denim® and Coragen® had the lowest percentages of damaged fruits, indicating high efficacy in controlling the fruitworm. In contrast, the control and Nomolt® treatments showed the highest damage levels across all four evaluations. The behavior of the variable was analyzed using simple linear and polynomial regression models, which helped describe the trend of damage throughout the crop cycle. These results demonstrate that insecticide applications can significantly reduce the percentage of damaged fruits, thereby improving fruit quality.

Keywords: Husk tomato, fruitworm, damaged fruits, insecticides.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Physalis ixocarpa* Brot.) es una hortaliza originaria de México, donde se le conoce también como tomatillo o tomate de milpa. Su consumo per cápita alcanza los 3.5 kg y ha mostrado una tendencia creciente en años recientes. En México, el tomate de cáscara se cultiva en unas 42,639 ha distribuidas en 28 estados. Ocupa el quinto lugar en superficie sembrada entre las hortalizas, siendo superado solo por chile, papa, jitomate y cebolla (Pérez et al., 2014). Los principales estados productores son Sinaloa, Zacatecas, Jalisco, Puebla y Sonora (SIAP, 2021). Se destina tanto al consumo nacional como a la exportación, consolidándose como una de las hortalizas más relevantes del país (Santiaguillo et al., 2010).

Diversas enfermedades y plagas afectan el rendimiento del cultivo, pero el gusano del fruto (*Heliothis virescens* Fabricius) representa una de las principales limitantes en regiones productoras (Martínez et al., 2004). Este insecto daña directamente el fruto durante todo su desarrollo. Las larvas perforan cavidades, dejan excretas y restos de exuvias, condiciones que favorecen infecciones por hongos, bacterias y larvas de dípteros, responsables de pudriciones acuosas (Romero et al., 2005; Gastélum, 2010).

El control químico intensivo continúa siendo una estrategia común para reducir las pérdidas económicas. No obstante, el uso de insecticidas ha sido objeto de regulaciones más estrictas. Entre las alternativas recientes destaca el benzoato de emamectina, metabolito de *Streptomyces avermitilis*, que actúa por contacto e ingestión y paraliza a lepidópteros al interferir los impulsos nerviosos. La muerte del insecto ocurre entre 2 y 4 días después de la aplicación (Galm y Sparks, 2016). Otra opción efectiva es el spinetoram, producto de la fermentación de *Saccharopolyspora spinosa*, compuesto por spinosinas J y L. Su modo de acción se basa en la interrupción de los receptores nicotínicos y del sistema GABA en los insectos, resultando en una alta eficacia contra plagas de lepidópteros (Fu et al., 2018).

En México existe una amplia disponibilidad de insecticidas de nueva generación con diferentes modos de acción. Frente a esta oferta, resulta necesario evaluar su eficacia real en condiciones de campo, particularmente en regiones con alta presión de plagas. Esta investigación se enfocó en determinar la efectividad de insecticidas selectos para reducir la incidencia y los daños ocasionados por *Heliothis subflexa* en cultivos de tomate de cáscara establecidos en condiciones de trópico seco. El enfoque busca generar información aplicada que contribuya a optimizar el manejo de esta plaga en sistemas de producción hortícola, mejorar la eficiencia del control químico y reducir los impactos negativos sobre organismos benéficos y el ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar y condiciones climáticas. El experimento se llevó a cabo en terrenos del Valle de Apipilulco, en la Unidad de Riego “Cascalote”, comunidad de Apipilulco, municipio de Cocula, Guerrero ($18^{\circ}11'52''$ N, $99^{\circ}40'7''$ O), a 620 m s. n. m. El clima es Awo (w) (i') g, que es el más seco de los cálidos semihúmedos. La temperatura media anual es de 20.9 °C, con rangos entre 7.7 y 32.7 °C. La precipitación media es de 900 mm, y el acumulado promedio, de 566.13 mm (IIEG, 2021).

Material genético. Se utilizó la variedad de tomate de cáscara Yema de huevo, caracterizada por frutos de color naranja, pulpa amarilla, sabor dulce y corta vida de anaquel. En condiciones de riego y uso de espaldera puede alcanzar rendimientos de hasta 30 t ha⁻¹ (Sánchez y Peña, 2007). Se sembraron de 2 a 3 semillas por

cavidad en charolas de 200 cavidades, con sustrato Peat Moss® previamente desinfestado. Se aplicaron Rootex® (3 g L⁻¹), imidacloprid (1 mL L⁻¹) y ácidos húmicos (3 g L⁻¹) con mochila aspersora de 20 L.

Diseño experimental y tratamientos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total de 24 unidades experimentales (Cuadro 1). Cada unidad consistió en tres surcos de 5 m de longitud, separados a 1.10 m, con una calle de 1 m. En el surco central se seleccionaron dos plantas al azar para las evaluaciones. La densidad de plantación fue de 24,750 plantas ha⁻¹, trasplantadas 25 días después de la siembra en el almácigo.

Cuadro 1. Tratamientos de estudio.

Table 1. Study treatments

Simbología	Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis: mL L ⁻¹ de agua	Número de aplicaciones
T1	Denim®	Benzoato de emamectina	0.4	3
T2	Palpus™	Spinetoram	0.7	3
T3	Nomolt®	Teflubenzuron	1.0	3
T4	Massada®	Nomaluron	0.6	3
T5	Coragen®	Clorantraniliprol	0.8	3
T6	Testigo	Sin aplicación	0.0	0

Aplicación de tratamientos. Los seis tratamientos evaluados, se aplicaron foliarmente tres veces: a los 30, 40 y 50 días después del trasplante (d.d.t), con un gasto de 427 mL de agua por unidad experimental, usando una mochila aspersora manual de 15 L.

Variables evaluadas y metodologías. Porcentaje de daño por gusano del fruto (%): Se contabilizaron frutos dañados por *Heliothis subflexa* en dos plantas por unidad experimental. Las evaluaciones se realizaron a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de tratamientos (d.a.t).

Análisis estadístico. Se realizó análisis de varianza (ANOVA) y regresión lineal simple según el diseño de bloques completos al azar, utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS Institute, 2015). La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación 1 (día 7 d.a.t.). Se observaron diferencias altamente significativas en el porcentaje de frutos dañados por efecto de los tratamientos aplicados. Las plantas tratadas con los insecticidas Denim® (benzoato de emamectina) y Palgus™ (spinetoram) presentaron un promedio de 12.5 % de frutos dañados, lo que representa una reducción del 87.5 % en comparación con el 100 % registrado en el tratamiento testigo. En contraste, los demás insecticidas evaluados mostraron un daño promedio de 25 % en los frutos (Figura 1).

Dagar et al. (2020) reportaron que el benzoato de emamectina tuvo efecto letal sobre larvas de *Helicoverpa armigera*, mientras que Moustafa et al. (2018) observaron alta toxicidad sobre *Spodoptera littoralis*, así como retraso en el desarrollo y reducción de peso en pupas. Estos resultados respaldan la eficacia observada en este estudio frente a *H. subflexa*. Gacemi et al. (2016) reportaron efectividad cercana al 95 % con emamectina y spinosad contra *Tuta absoluta*. Además, Wei et al. (2018) destacan la efectividad de spinetoram contra *Heliothis* spp.

Evaluación 2 (día 14 d.a.t.). En esta evaluación se observaron diferencias altamente significativas por el efecto de los tratamientos aplicados. Las plantas tratadas con el insecticida Coragen® (clorantraniliprole) no presentaron frutos dañados, lo que indica una supresión total de la incidencia del insecto (0 %). En contraste, el tratamiento testigo presentó un 100 % de frutos dañados. Los demás tratamientos mostraron porcentajes de daño que oscilaron entre 12.5 % y 25 %, lo cual refleja una eficacia intermedia en comparación con Coragen® (Figura 2).

Viteri et al. (2019) confirmaron que Coragen® redujo la incidencia y daño por *Heliothis virescens* a dosis de 0.30 L ha⁻¹, en el cultivo de gandul (*Cajanus cajan* L. Millsp.), aumentando el rendimiento en 70 %. Galdámez (2015) y Adams et al. (2016) señalaron que Coragen® es un insecticida sistémico, efectivo principalmente por ingestión contra larvas de lepidópteros mientras que, Babu et al. (2021) destacaron su efecto residual hasta por 22 días y sus impactos letales y subletales sobre *Heliothis* spp.

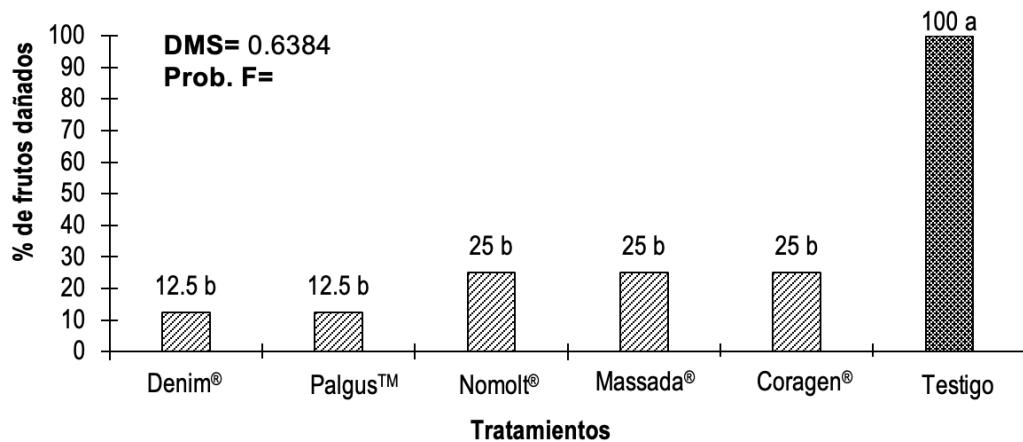


Figura 1. Porcentaje de frutos dañados por *H. subflexa* en tomate de cáscara (evaluación 1, día 7 d.a.t.). DMS: Diferencia Mínima Significativa. Letras iguales: sin diferencia estadística (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). d.a.t.: después de la aplicación de los tratamientos.

Figure 1. Percentage of fruit damaged by *H. subflexa* in husk tomato (assessment 1, day 7 d.a.t.). MSD: Least Significant Difference. Same letters: no statistical difference (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). d.a.t.: after treatment application.

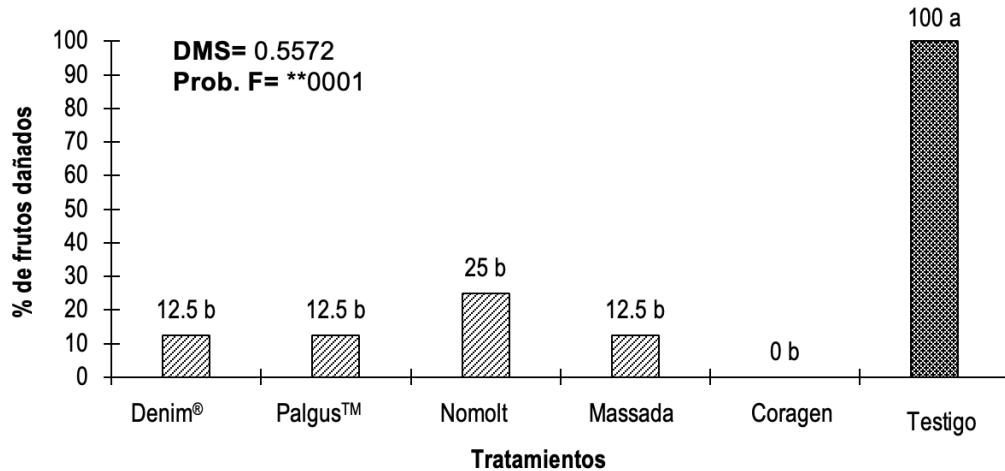


Figura 2. Porcentaje de frutos dañados por *H. subflexa* en tomate de cáscara (evaluación 2, día 14 d.a.t.). DMS: Diferencia Mínima Significativa. Letras iguales: sin diferencia estadística (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). d.a.t.: después de la aplicación de los tratamientos.

Figure 2. Percentage of fruit damaged by *H. subflexa* in husk tomato (assessment 2, day 14 d.a.t.). MSD: Least Significant Difference. Same letters: no statistical difference (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). d.a.t.: after treatment application.

Evaluación 3 (día 21 d.a.t.). En este monitoreo se observó un efecto altamente significativo de los tratamientos aplicados. Nuevamente, el insecticida Coragen® (clorantraniliprole) mostró total efectividad, ya que no se registraron frutos dañados (0 %), mientras que el tratamiento testigo presentó un promedio de 75 % de frutos afectados. Los demás tratamientos reportaron daños que fluctuaron entre 12.5 % y 25 % (Figura 3).

Kuss et al. (2016) reportaron que clorantraniliprole causó 100 % de mortalidad en larvas a las 24 h d.a.t., coincidiendo con los resultados de este estudio, que mostró igual efectividad contra *Heliothis subflexa*. Lahm et al. (2007) y Cordova et al. (2007) señalaron que esta diamida antranílica controla eficazmente plagas al aplicarse temprano, con baja toxicidad para mamíferos y buen manejo ecológico, además de controlar poblaciones resistentes a otros insecticidas.

Evaluación 4 (día 28 d.a.t.). En la última evaluación se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos. Los insecticidas Denim® (benzoato de emamectina) y Coragen® (clorantraniliprole) eliminaron por completo la incidencia de frutos dañados (0 %). En los tratamientos restantes se registró un 12.5 % de frutos afectados, mientras que en el testigo el daño alcanzó el 100 % (Figura 4). Estos resultados confirman la alta eficacia de ambos productos en el control de *Heliothis subflexa* en tomate de cáscara.

La eficacia de Coragen® se atribuye a que el clorantraniliprole activa los receptores de rianodina (RyR), provocando liberación descontrolada de calcio, parálisis muscular y muerte del insecto (Cordova et al., 2007; Temple et al., 2009). Respecto al benzoato de emamectina, Grafton et al. (2005) indicaron que las larvas dejan de alimentarse y mueren en 3 a 4 días. Liguori et al. (2010) señalaron que este compuesto, derivado de avermectinas, actúa por ingestión, afecta el sistema nervioso y es altamente efectivo a bajas dosis en todos los estadios larvales.

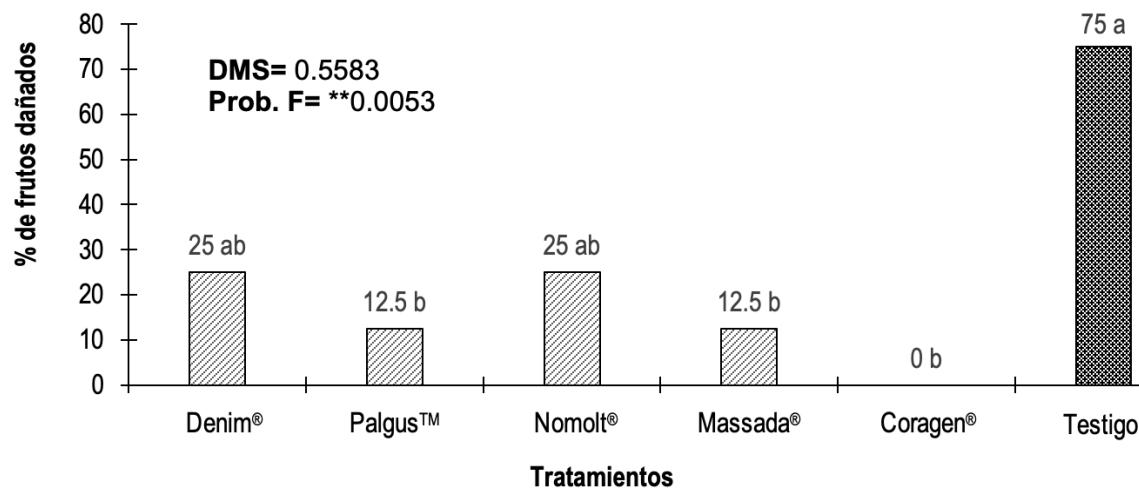


Figura 3. Porcentaje de frutos dañados por *H. subflexa* en tomate de cáscara (evaluación 3, día 21 d.a.t.). DMS: Diferencia Mínima Significativa. Letras iguales: sin diferencia estadística (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). d.a.t.: después de la aplicación de los tratamientos.

Figure 3. Percentage of fruit damaged by *H. subflexa* in husk tomato (assessment 3, day 21 d.a.t.). MSD: Least Significant Difference. Same letters: no statistical difference (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). d.a.t.: after treatment application.

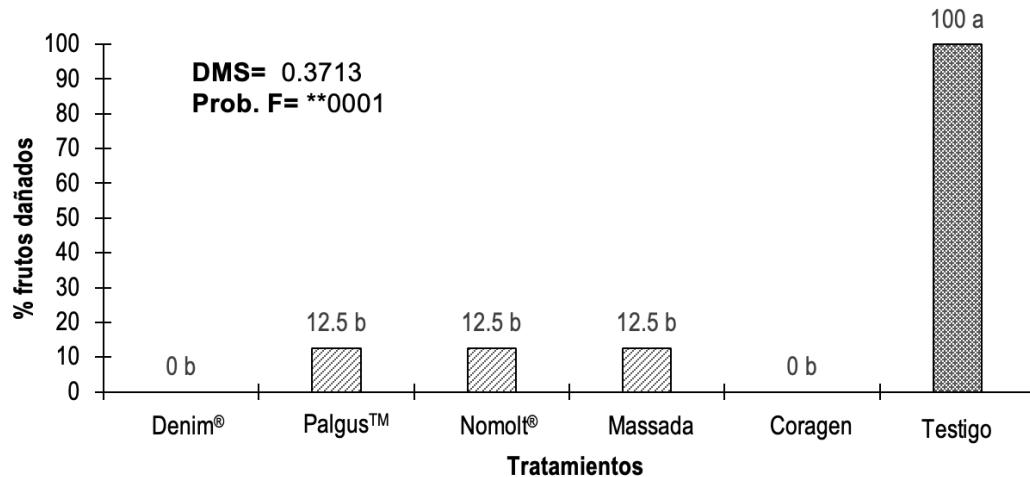


Figura 4. Porcentaje de frutos dañados por *H. subflexa* en tomate de cáscara (evaluación 4, día 28 d.a.t.). DMS: Diferencia Mínima Significativa. Letras iguales: sin diferencia estadística (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). d.a.t.: después de la aplicación de los tratamientos.

Figure 4. Percentage of fruit damaged by *H. subflexa* in husk tomato (assessment 4, day 28 d.a.t.). MSD: Least Significant Difference. Same letters: no statistical difference (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). d.a.t.: after treatment application.

CONCLUSIONES

Con base en los objetivos e hipótesis planteados y los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

El insecticida Coragen® (clorantraniliprole) demostró una eficacia sobresaliente en el control de *Heliothis subflexa*, logrando suprimir por completo la incidencia de frutos dañados en tres de las cuatro evaluaciones, lo que resalta su potencial como herramienta clave en el manejo integrado de esta plaga.

Los insecticidas Denim® (benzoato de emamectina) y Palgus™ (spinetoram) también mostraron resultados favorables, especialmente en las primeras y últimas evaluaciones, logrando reducciones significativas en el daño. Estos resultados indican su utilidad como alternativas complementarias para evitar resistencia en programas de manejo.

LITERATURA CITADA

- Adams, A., Gore, J., Catchot, A., Musser, F., Cook, D., Krishnan, N., & Irby, T. (2016). Residual and systemic efficacy of chlorantraniliprole and flubendiamide against corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean. *Journal of Economic Entomology*, 109(6), 2411–2417. <https://doi.org/10.1093/jee/tow210>
- Babu, A., Reisig, D. D., Pes, M. P., Ranger, C. M., Chamkasem, N., & Reding, M. E. (2021). Effects of chlorantraniliprole residual on *Helicoverpa zea* in Bt and non-Bt cotton. *Pest Management Science*, 77(5), 2367–2374. <https://doi.org/10.1002/ps.6263>
- Cordova, D., Benner, E. A., Sacher, M. D., Rauh, J. J., Sopa, J. S., & Lahm, G. P. (2007). Elucidation of the mode of action of Rynaxypyr®, a selective ryanodine receptor activator. In H. Ohkawa, H. Miyagawa, & P. W. Lee (Eds.), *Pesticide chemistry, crop protection, public health, and environmental safety* (pp. 121–126). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Dagar, V. S., Mishra, M., & Kumar, S. (2020). Effect of dietary stress of emamectin benzoate on the fitness cost of American bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). *International Journal of Tropical Insect Science*, 40(4), 1069–1077. <https://doi.org/10.1007/s42690-020-00168>

- Fu, B., Li, Q., Qiu, H., Tang, L., Zeng, D., Liu, K., & Gao, Y. (2018). Resistance development, stability, cross-resistance potential, biological fitness and biochemical mechanisms of spinetoram resistance in the *Thrips hawaiiensis* (Thysanoptera: Thripidae). *Pest Management Science*, 74(7), 1564–1574. <https://doi.org/10.1002/ps.4887>
- Gacemi, A., Bensaad, R., & Guenaoui, Y. (2016). Effect of biopesticides spinosad and emamectin on developmental stages of the tomato leafminer *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). *Academic Journal of Entomology*, 9(1), 8–13. <https://doi.org/10.5829/idosi.aje.2016.9.1.10253>
- Galdámez, J. (2015). *Evaluación de clorantraniliprol aplicado vía riego por goteo para el control de larvas de Diaphania spp. en melón* (Tesis de Licenciatura en Ciencias). Estanzuela, Zacapa, Guatemala.
- Galm, U., & Sparks, T. C. (2016). Natural product derived insecticides: Discovery and development of spinetoram. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 43(2–3), 185–193. <https://doi.org/10.1007/s10295-015-1710-x>
- Grafton-Cardwell, E. E., Godfrey, L. D., Chaney, W. E., & Bentley, W. J. (2005). Various novel insecticides are less toxic to humans, more specific to key pests. *California Agriculture*, 59(1), 29–34. <https://escholarship.org/uc/item/95c707g9>
- Instituto de Información Estadística y Geográfica. (2021). *Cocula: Diagnóstico del municipio*. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2021/01/Cocula.pdf>
- Kuss, C. C., Roggia, R. C. R. K., Basso, C. J., Oliveira, M. C. N. P., & Roggia, S. (2016). Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(5), 527–536. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2016000500013>
- Lahm, G. P., Stevenson, T. M., Selby, T. P., Freudenberger, J. H., Cordova, D., Flexner, L., Bellin, C. A., Dubas, C. M., Smith, B. K., Hughes, K. A., Gary, H. J., Clark, C. P., & Benner, E. A. (2007). Bioactive heterocyclic compound classes. In *New York, Wiley* (Vol. 17, pp. 6274–6279).
- Liguori, R., Correia, R., Thomas, C., Decaudin, B., Cisneros, J., & Lopez, A. (2010). Emamectin benzoate (Affirm): A modern insecticide for the control of lepidoptera larvae on fruits, grapes, and vegetables crops. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 75(3), 247–253.
- Martínez, S. J., Peña, L. A., & Montalvo, H. D. (2004). *Producción y tecnología de semilla de tomate de cáscara*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Moustafa, M., Awad, M., Abdel-Mobdy, & Eweis, E. (2018). Latent effects of emamectin benzoate formulations on *Spodoptera littoralis* Boisd. (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Agricultural Science*, 63(1), 53–61.

https://journals.ekb.eg/article_30072_02ebbca6b169de1d2a7ac50dd61142c5.pdf

- Pérez-Moreno, L., Castañeda-Cabrera, C., Ramos-Tapia, M., & Tafoya-Razo, J. A. (2014). Control químico preemergente de la maleza en tomate de cáscara. *Interciencia*, 39(6), 422–427.
- Sánchez, M. J., & Peña, L. A. (2007). *Variedades de uso común: Un breve mirar a la riqueza mexicana* (Vol. 2). Tlalnepantla de Baz, Estado de México.
- Santiaguillo, H. J., Cedillo, F. E. P., & Cuevas, J. A. S. (2010). *Distribución geográfica de Physalis spp. en México*. Universidad Autónoma Chapingo.
- SAS Institute Inc. (2015). *SAS user's guide: Statistics* (Release 6.03). SAS Institute Inc.
- SIAP. (2021). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Temple, J. H., Pommireddy, P. L., Cook, D. R., Marc, P. O., & Leonard, B. R. (2009). Susceptibility of selected lepidopteran pests to Rynaxypyr®, a novel insecticide. *Journal of Cotton Science*, 13, 23–31.
- Viteri, D. M., Sarmiento, L., Linares, A. M., & Cabrera, I. (2019). Efficacy of biological control agents, synthetic insecticides, and their combinations to control tobacco budworm [*Heliothis subflexa* (Lepidoptera: Noctuidae)] in pigeon pea. *Crop Protection*, 122, 175–179. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.05.008>
- Wei, J., Zhang, L., Yang, S., Xie, B., An, S., & Liang, G. (2018). Assessment of the lethal and sublethal effects by spinetoram on cotton bollworm. *PLoS One*, 13(9), e0204154. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204154>

