

ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE ADULTOS DE *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE) EN FUNCIÓN DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*) EN IRAPUATO, GUANAJUATO, MÉXICO

Oscar Alejandro Martínez-Jaime¹✉, Manuel Darío Salas-Araiza¹ y José Antonio Díaz-García²

¹Departamento de Agronomía, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato. Ex-Hacienda "El Copal", km. 9; carretera Irapuato-Silao. C. P. 36500. Irapuato, Guanajuato, México. Teléfono y Fax 01 462 62 4 18 89.

²Departamento de Estadística y Cálculo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. C. P. 25315. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

✉Autor de correspondencia: oscarja@ugto.mx

RESUMEN. Para conocer la fluctuación poblacional de la palomilla dorso de diamante, principal problema de las crucíferas en la región de El Bajío Guanajuatense, se obtuvieron los modelos para estimar el número de machos y hembras de *Plutella xylostella* en el cultivo de brócoli en Irapuato, Guanajuato, México, a través de la estimación de funciones polinómicas de tercer grado en términos de la temperatura media mensual y la precipitación pluvial acumulada mensual, mediante la técnica de regresión múltiple, con registros disponibles en el periodo comprendido de 1989 a 1992. Los modelos obtenidos fueron:

$$Y_M = - 150.8040 - 15.6932 T + 7.4870 P + 1.6514 T^2 - 0.0089 P^2 - 0.4147 TP + 0.0005 TP^2, R^2=0.98$$

$$Y_H = - 30.2900 - 11.9549 T + 3.4194 P + 0.9103 T^2 - 0.0041 P^2 - 0.1897 TP + 0.0002 TP^2, R^2=0.95$$

Donde T fue el promedio de la temperatura media mensual, P el promedio de la precipitación mensual acumulada, Y_M y Y_H los promedios por mes de palomillas machos y hembras, respectivamente, durante los cuatro años que abarcó el presente trabajo. Este resultado aporta información valiosa que puede ayudar al manejo integrado de esta plaga en esta región de El Bajío.

Palabras clave: Modelos, *Plutella xylostella*, temperatura, precipitación.

Estimation of number of adults of *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) in function of temperature and precipitation in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) in Irapuato, Guanajuato, Mexico

ABSTRACT. To know the population fluctuation of the diamondback moth, main problem of cruciferous in the region of El Bajío of Guanajuato, the models to estimate the numbers of males and females of *Plutella xylostella* were obtained, in broccoli crop in Irapuato, Guanajuato, Mexico, through the estimation of third grade polynomial functions in terms of the average monthly temperature and monthly accumulated precipitation, using the technique of multiple regression, with records available at the period from 1989 to 1992. The obtained models were:

$$Y_M = - 150.8040 - 15.6932 T + 7.4870 P + 1.6514 T^2 - 0.0089 P^2 - 0.4147 TP + 0.0005 TP^2, R^2=0.98$$

$$Y_H = - 30.2900 - 11.9549 T + 3.4194 P + 0.9103 T^2 - 0.0041 P^2 - 0.1897 TP + 0.0002 TP^2, R^2=0.95$$

Where T was the average monthly mean temperature, P was the average monthly accumulated precipitation, and Y_M and Y_H were the average monthly of males moths and females moths, respectively, during the four years covered by this study. This result provides valuable information that it can help to the integrated management of this pest in this region of El Bajío.

Keywords: Models, *Plutella xylostella*, temperature, precipitation.

INTRODUCCIÓN

La rentabilidad de los cultivos de crucíferas en México es muy alta (Alatorre, 1999), con una superficie sembrada de 50,000 ha, de las cuales el 74.4 % corresponde a brócoli (*B. oleracea* var. *italica*), el 12.5 % a col (*B. oleracea* var. *capitata*) y 7.0 % a coliflor (*B. oleracea* var. *botrytis*)

(Bujanos, 2000). En la región del Bajío de los estados de Guanajuato y Querétaro se siembran 13,726 ha brócoli y 3,682 ha de coliflor al año (SIAP, 2013), cuya producción se destina principalmente al mercado de exportación. Particularmente en la zona productora de crucíferas de Guanajuato, la palomilla dorso de diamante (PDD) *P. xylostella* es la plaga más importante, y su manejo ocasiona incrementos significativos en los costos de producción (Talekar y Shelton, 1993), debido al daño indirecto por contaminación del producto cosechado afectando su calidad comercial (Shelton *et al.*, 1993). Dada la importancia de esta plaga para la zona de El Bajío, es necesario conocer su fluctuación poblacional, con el propósito de contribuir a su manejo integrado, el cual se ha tornado complejo dado que desarrolla resistencia a los insecticidas muy rápidamente (Cortez y Macías, 2007); es por lo anterior que el control etológico juega un papel relevante en este tipo de estudios, como el empleo de trampas de captura con feromona para evitar la aplicación excesiva de insecticidas, disminuyendo los efectos negativos que estos últimos provocan al ambiente (Calyecac *et al.*, 2002), o como el uso de trampas de luz, como las usadas en el trabajo de Sagadin y Gorla (2002) quienes demostraron que las trampas de luz negra de 15 watts fueron más eficientes en la captura de adultos de tres especies de lepidópteros, comparadas con las de luz de vapor de mercurio. En la modelación matemática para estimar la abundancia de especies insectiles, es cada vez más frecuente considerar además de los factores intrínsecos, aquellos agentes extrínsecos que inciden en sus fluctuaciones a través del tiempo (Venette *et al.*, 2010); en este sentido, Hodgson *et al.* (2011) indicaron que la componente climática influye directamente en la duración de los ciclos biológicos de los insectos, afectando su supervivencia y causando cambios temporales en el tamaño de sus poblaciones, siendo la temperatura y la precipitación los factores más importantes (Murúa *et al.*, 2006). En un estudio realizado en Brasil, se determinó que la temperatura fue el principal factor abiótico que influyó sobre el desarrollo y supervivencia de *P. xylostella*, la cual completó su ciclo entre los 10 a 32.5 °C (Marchioro y Foerster, 2011). Se han propuesto algunos modelos que estiman el número de individuos de algunas especies de insectos en función de variables climáticas, utilizando la técnica de regresión múltiple, como el que plantearon Villa y Villa (1996) con información obtenida a partir de trampas de captura durante un año, concluyendo que la temperatura y precipitación explicaron el 89 % de la variación poblacional de *Dendroctonus mexicanus*; mientras que Cuéllar *et al.* (2012), usando colectas de año y medio de esta misma especie, encontraron un modelo con la misma técnica estadística, con un coeficiente de determinación $R^2 = 0.64$, consiguiendo predecir la abundancia de este coleóptero en términos de la temperatura y la precipitación. Usando trampas de luz negra con datos de 1980 a 1993, se obtuvo una ecuación de buen ajuste como herramienta de pronóstico ($R^2 = 0.86$), para estimar el número de adultos de *Diabrotica balteata* en términos de variables climáticas, con lo cual se facilitó el manejo de esta plaga (Rodríguez y Magallanes, 1994), análogamente Martínez *et al.* (2014) obtuvieron modelos de regresión múltiple, con información de 10 años, para *Diabrotica undecimpunctata* y *D. balteata*, en función de temperatura y precipitación, obteniendo coeficientes de determinación de 0.95 y 0.98, respectivamente. Para obtener información sobre la fluctuación poblacional de la PDD en la región del Bajío, que coadyuve en el manejo integrado de esta plaga, se plantea el presente trabajo con el objetivo de obtener modelos de mejor ajuste para estimar el número de adultos (machos y hembras) de *P. xylostella* en términos de la temperatura y la precipitación, utilizando capturas en trampas de luz negra y registros meteorológicos disponibles de cuatro años en Irapuato, Guanajuato, México.

MATERIALES Y MÉTODO

El presente estudio se realizó de enero de 1989 a diciembre de 1992 en el campo experimental de la División de Ciencias de la Vida (DICIVA) de la Universidad de Guanajuato (UG), ubicado

en la Ex-Hacienda “El Copal”, en Irapuato, Guanajuato, México; situado a una altura de 1757 msnm, 20° 44' 39" N y 101° 19' 39" O; con clima BS(hw)(h)(e) semicálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 2004), con una temperatura media anual de 19.4 °C y una precipitación pluvial acumulada anual de 530.9 mm (CONAGUA, 2015). Los adultos se colectaron mediante trampa de luz negra de 15 watts siguiendo la propuesta de Cantelo (1990); instalando una trampa por mes en el borde de las parcelas de brócoli. Los insectos fueron capturados semanalmente durante los cuatro años que abarcó este trabajo y se mataron con acetato de etilo previamente colocado en el recipiente de captura, este último se vació en una bolsa de cierre hermético. Posteriormente se procedió a separar y registrar el conteo de los machos y hembras de la PDD en el Laboratorio de Entomología de la DICIVA-UG, utilizando para el análisis posterior la suma mensual de los mismos. Varios ejemplares de referencia fueron incorporados a la Colección Entomológica “Leopoldo Tinoco Corona” del Departamento de Agronomía de la DICIVA-UG. La información climática (temperatura media y precipitación pluvial acumulada) se obtuvo de la estación meteorológica “El Copal”. Se consideraron como variables dependientes los promedios mensuales de individuos adultos (machos y hembras) de la PDD, calculados con las colectas obtenidas durante cuatro años, y como variables independientes los promedios mensuales de temperatura media (T) y de precipitación pluvial acumulada (P) de 1989 a 1992, para la obtención de los modelos de regresión múltiple de mejor ajuste, aproximando la densidad poblacional de machos y hembras de esta especie, a través de formas funcionales polinómicas, para lo cual se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Plus Ver. 5.1 Professional (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figuras 1 y 2 se muestran las fluctuaciones poblacionales de adultos (machos y hembras) de la PDD durante cuatro años, observándose una regularidad de un ciclo anual a otro tanto en machos como en hembras, durante los años 1989, 1990 y 1992, con mayor abundancia de los machos; los adultos empezaron a incrementar su número a partir de marzo, y alcanzaron los picos más altos en abril y mayo, esto coincidió con lo encontrado por Salas *et al.* (1993), quienes concluyeron que en la región del Bajío, las palomillas se encuentran en brócoli y coliflor de abril a septiembre, alcanzando su número máximo cuando la temperatura es más alta (mayo) y disminuyendo su abundancia durante el período de lluvias; el ciclo de desarrollo de la PDD en invierno y principios de primavera fue de 24.2 días en cambio en verano el periodo se acorta a 22.1 días, debido a la alta temperatura como lo explica Marchioro *et al.* (2015). Una situación excepcional ocurrió en 1991, cuando las poblaciones más altas tanto de machos como de hembras, se presentaron en agosto y septiembre, lo cual puede explicarse con la investigación realizada por Salas y Salazar (1998) en la misma región e igual periodo de este ensayo, estos autores reportaron un incremento poblacional de *P. xylostella* a partir de marzo, manteniéndose en altos niveles hasta septiembre; el trabajo de Hoy *et al.* (2007) demostró que la dinámica poblacional de machos capturados con feromonas en la región del Bajío tuvo un modelo similar para localidades con diferentes agroecosistemas, por lo que se puede extrapolar para toda la región; los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con los picos poblacionales de la serie de tiempo que estos investigadores plantearon, las variaciones espaciales de los insectos herbívoros dependen de varios factores entre los que destacan las diferencias agroecológicas, la heterogeneidad de las comunidades vegetales, los tipos de suelo, la diversidad de la dieta y de los contenidos fisicoquímicos de la planta hospedera, la composición y abundancia de los enemigos naturales, así como la estructura y condiciones macro y micro ambientales de cada área (Braga y Rezende, 2015). Lo anterior ayuda a explicar los cambios poblacionales en este trabajo en los diferentes años. Cuando no hay presencia del cultivo las capturas de la PDD en el campo se reducen hasta

casi desaparecer, esto ocurre principalmente en insecto fitófagos especialistas, como es el caso de este plutélido que sólo se alimenta de crucíferas, aunque es posible que las alteraciones anuales se deban a la variación en la superficie cultivada en la zona de estudio (dato no obtenido).

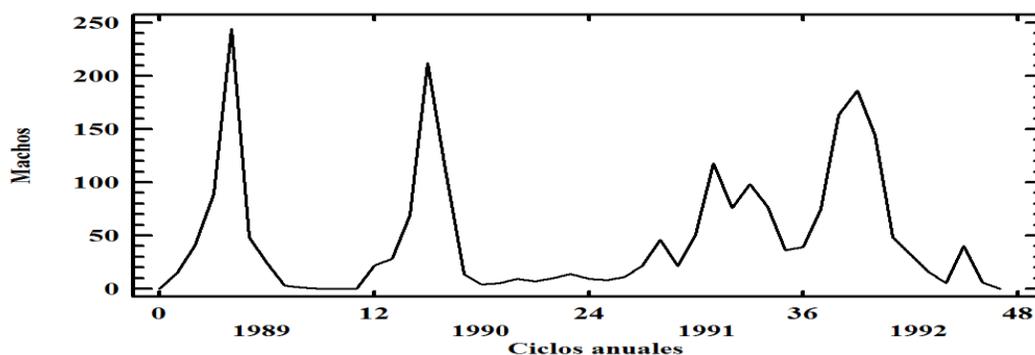


Figura 1. Fluctuación poblacional del número de machos de *P. xylostella* de 1989 a 1992 en el cultivo de brócoli en Irapuato, Guanajuato; México.

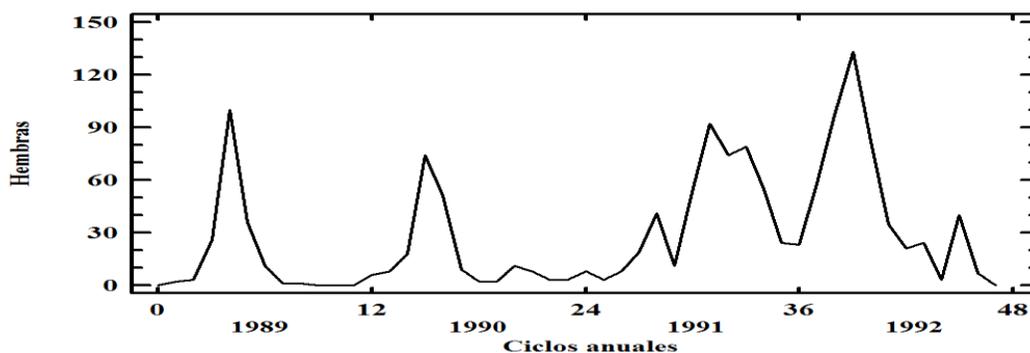


Figura 2. Fluctuación poblacional del número de hembras de *P. xylostella* de 1989 a 1992 en el cultivo de brócoli en Irapuato, Guanajuato; México.

Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson para las poblaciones de machos y hembras de la PDD con respecto a la temperatura y precipitación (cuadro 1), resultando que cuando la temperatura se incrementa la abundancia de machos y hembras se eleva y cuando la precipitación comienza a acrecentarse las poblaciones de palomillas disminuyen, tal como lo observaron Salas *et al.* (1993). Marchioro *et al.* (2015) señalaron que no existe variación intraespecífica en la demanda de temperatura de las poblaciones de la PDD, aunque los requerimientos térmicos pueden ser diferentes en función de la fuente de alimento (calidad, disponibilidad y eficiencia de su aprovechamiento). Enseguida, para obtener los modelos de mejor ajuste de los adultos, se utilizó la técnica de regresión múltiple, logrando aproximar mediante formas funcionales de polinomios de tercer grado, definidos por:

$$Y_M = -150.8040 - 15.6932 T + 7.4870 P + 1.6514 T^2 - 0.0089 P^2 - 0.4147 T P + 0.0005 TP^2,$$

$$Y_H = -30.2900 - 11.9549 T + 3.4194 P + 0.9103 T^2 - 0.0041 P^2 - 0.1897 T P + 0.0002 TP^2,$$

donde T fue el promedio de la temperatura media mensual, P el promedio de la precipitación mensual acumulada, Y_M y Y_H los números promedio por mes de palomillas machos y hembras, respectivamente, durante 1989 a 1992; los criterios de selección de estos modelos fueron los valores de los estadísticos F y sus respectivas probabilidades de los análisis de varianza de las regresiones, presentados en los cuadros 2 y 3, así como los valores de los coeficientes de determinación $R^2 = 0.98$ para el modelo de machos y $R^2 = 0.95$ para hembras, los cuales

constituyen medidas de bondad de ajuste que permiten recomendar ambos modelos como herramientas adecuadas de estimación.

Cuadro 1. Coeficientes de correlación de Pearson para el número de machos y hembras de *P. xylostella* con la temperatura y precipitación.

	Temperatura	Precipitación		Temperatura	Precipitación
Machos	+ 0.4935	- 0.5467	Hembras	+ 0.6260	- 0.4059

Cuadro 2. Análisis de varianza para el modelo de regresión múltiple para estimar el número de machos de *P. xylostella*.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Valor de F	Valor de P
Modelo	6	18315.700	3052.620	41.04	0.0004 **
Error Estándar	5	371.942	74.388		
Total	11	18687.642			

Cuadro 3. Análisis de varianza para el modelo de regresión múltiple para estimar el número de hembras de *P. xylostella*.

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Valor de F	Valor de P
Modelo	6	3676.870	612.812	14.51	0.0050 **
Error Estándar	5	211.127	42.225		
Total	11	3887.997			

Los coeficientes de determinación de este trabajo fueron mayores que los obtenidos en los modelos propuestos por Cuéllar *et al.* (2012) para *D. mexicanus* y por Rodríguez y Magallanes (1994) para *D. balteata*; coincidieron con los obtenidos por Martínez *et al.* (2014) para *D. undecimpunctata* y *D. balteata*. Las capturas de machos y hembras con trampa de luz durante los años de estudio, mostraron un patrón más o menos consistente en su aparición, aunque las hembras en menor cantidad que los machos, posiblemente porque las hembras responden menos a la atracción de la luz, ya que su prioridad es buscar el hospedero adecuado para ovipositar. Braga y Rezende (2015) mencionaron que la abundancia de los insectos fitófagos específicos es inestable e impredecible, lo que no coincide con los resultados de este trabajo, donde las poblaciones mostraron un patrón de aparición uniforme en los diferentes años. El resultado de este trabajo es importante para conocer el comportamiento de la PDD en los aspectos de conservación de un agroecosistema de agricultura intensiva, al respecto Scalco *et al.* (2016) indicaron que uno de los temas centrales en ecología es la determinación de la dinámica poblacional de los insectos plaga, su epidemiología, control biológico. Finalmente, este tipo de estudios para generar modelos, pudiera aplicarse en la estimación de poblaciones insectiles de diferentes áreas agroecológicas, lo cual ayudaría en aspectos de conservación de especies.

CONCLUSIÓN

Se estimó el número de machos (Y_M) y hembras (Y_H) adultos de *P. xylostella* en términos de la temperatura (T) y precipitación (P), a través de la obtención de modelos con formas funcionales polinómicas de tercer grado, utilizando la técnica de regresión múltiple, este resultado aporta información al conocimiento de la fluctuación poblacional de esta especie, la cual puede ser de utilidad para plantear estrategias adecuadas en el manejo integrado de esta plaga en el cultivo de brócoli en la región del Bajío de Guanajuato, México.

Literatura Citada

- Alatorre, R. R. 1999. Los insecticidas microbianos en el manejo integrado de plagas insectiles. Pp. 356–364. In: Anaya, R. S. y N.J. Romero (Eds.). *Plagas y enfermedades de las hortalizas en México*. Editorial Trillas. México, D.F.
- Braga, L. and D. I. Rezende. 2015. The abundance of specialist and generalist lepidopteran larvae on a single host plant species: Does spatial scale matter? *Florida Entomologist*, 98(3): 954–961.
- Bujanos, M. R. 2000. Manejo integrado de plagas en crucíferas. Pp. 47–61. In: Bautista, M. N., Suárez, V. A. D. y G. O. Morales (Eds.). *Temas selectos en fitosanidad de hortalizas*. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México.
- Cantelo, W. W. 1990. Comparative efficacy of a blacklight trap and a Robinson trap in trapping moths. *Southwestern Entomologist*, 15(2): 159–162.
- Calyecac, C. H. G., Cibrián, T. J. and D. B. Barrios. 2002. Captura de machos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) en trampas cebadas con feromona sexual sintética. *Agrociencia*, 36(1): 83–91.
- CONAGUA. 2015. *Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional. Periodo 1951-2010*. http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181:gua-najuato&catid=14:normales-por-estacion. (Fecha de consulta: 26-IV-2015).
- Cortez, M. E. y C. J. Macías. 2007. Parasitismo natural de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* L. en Canola (*Brassica napus* L.), en el norte de Sinaloa, México. *Agrociencia*, 41(3): 347–354.
- Cuéllar, R. G., Equihua, M. A., Estrada, V. E., Méndez, M. T., Villa, C. J. and N. J. Romero. 2012. Fluctuación poblacional de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) atraídos a trampas en el noreste de México y su correlación con variables climáticas. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 13(2):12–19.
- García, E. 2004. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen: para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana*. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F.
- Hodgson, J. A., Thomas, C. D., Oliver, T. H., Anderson, B. J., Brereto, T. M. and E. E. Crone. 2011. Predicting insect phenology across space and time. *Global Change Biology*, 17: 1289–1300.
- Hoy, C. W., McCully, J. E., Laborde, J. A., Vargas-López, A., Bujanos-Muñiz, R. and E. Rangel. 2007. The linkage between integrated pest management and agroecosystem management: a case of study in the Bajío, México. *American Entomologist*, 53(3): 174–183.
- Marchioro, C. A. and L. A. Foerster. 2011. Development and survival of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a function of temperature: Effect on the number of generations in tropical and subtropical regions. *Neotropical Entomology*, 40: 533–541.
- Marchioro, C. A., Krechemer, F. S., De Moraes, C. P. and L. A. Foerster. 2015. Reliability of degree-day to predict the development time of *Plutella xylostella* (L.) under field conditions. *Neotropical Entomology*, 44: 574–579.
- Martínez, J. O. A., Salas, A. M. D., Díaz, G. J. A., Bucio, V. C. M. y S. E. Salazar. 2014. Modelos para estimar el número de adultos de *Diabrotica undecimpunctata* y *Diabrotica balteata* (Coleoptera: Chrysomelidae) en función de temperatura y precipitación en la región de Irapuato, Guanajuato. *Entomología mexicana*, 1: 808–813.
- Murúa, G., Molina, O. J. and C. Coviella. 2006. Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its parasitoids in northwestern Argentina. *Florida Entomologist*, 89(2): 175–182.
- Rodríguez, B. L. A. and A. Magallanes. 1994. Seasonal abundance of *Diabrotica balteata* and other diabroticina beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in northeastern Mexico. *Environmental Entomology*, 23: 1409–1415.
- Salas, A. M. D., Bravo, M. H., McCully, J. E., Alatorre, R. R. y S. E. Salazar. 1993. Dinámica poblacional de lepidópteros herbívoros de crucíferas en El Bajío, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 88: 69–78.
- Salas, A. M. D. y S. E. Salazar. 1998. Parasitismo natural de lepidópteros plagas de brócoli en el Bajío, México. *Manejo integrado de plagas*, 50: 34–41.

- Sagadin, I. M. y D. E. Gorla. 2002. Eficiencia de captura de adultos de Lepidoptera plagas de maíz (*Zea mays*) y de soja (*Glicine max*) en trampas de luz de vapor de mercurio y de luz negra en la región central de la provincia de Córdoba (Argentina). *Ecología Austral*, 12(2): 99–104.
- Scalco, V. W., De Morais, A. B. B., Romanowski, H. P. and N. O. Mega. 2016. Population dynamics of the swallowtail butterfly *Battus polystictus* (Butler) (Lepidoptera: Papilionidae) with notes on its natural history. *Neotropical Entomology*, 45: 33–43.
- Shelton, A. M., Wyman, J. A., Cushing, N. L., Apfelbeck, K., Dennehy, T. J., Mahr, S. E. R. and S. D. Eigenbrode. 1993. Insecticide resistance of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in North America. *Journal of Economic Entomology*, 86: 11–19.
- SIAP. 2013. *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=15. (Fecha de consulta: 26-IV-2014).
- Statgraphics Plus Ver. 5.1 Professional. 2001. STSC and Statistical Graphics Corporation. Bakersville Maryland.
- Talekar, N. S. and A.M. Shelton. 1993. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annual Review of Entomology*, 38: 275–301.
- Venette, R. C., Kriticos, D. J., Magarey, R. D., Koch, F. H., Baker, R. H. A., Worner, S. P., Gomez, R. N. N., McKenney, D. W., Dobesberger E. J., Yemshanov, D., De Barro, P. J., Hutchison, W. D., Fowler, G., Kalaris, T. M. and J. Pedlar. 2010. Pest risk maps for invasive alien species: a roadmap for improvement. *Bioscience*, 60(5): 349–362.
- Villa, C. J. y C. J. Villa. 1996. La ubicación de trampas y factores climáticos afectan el monitoreo de descortezadores en el sur del estado de Jalisco. *Revista Ciencia Forestal en México*, 21(79): 87–100.