

## FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) Y *Spodoptera exigua* (Hübner) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) MEDIANTE EL USO DE FEROMONAS EN IRAPUATO, GTO., MÉX.

Manuel Darío Salas-Araiza<sup>1,2</sup> ✉, Oscar Alejandro Martínez-Jaime<sup>1</sup>, Rafael Guzmán-Mendoza<sup>1</sup>, Marcos Antonio Gozález-Márquez<sup>2</sup> y Ángel Ávila-López<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento 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 41889.

<sup>2</sup>Escuela de Agronomía. Universidad De La Salle Bajío. Av. Universidad 602. Lomas del Campestre. C.P. 37150. León, Guanajuato, México.

✉ Autor de correspondencia: [dariosalasaraiza@hotmail.com](mailto:dariosalasaraiza@hotmail.com)

**RESUMEN.** *Spodoptera frugiperda* y *S. exigua* son insectos plaga de importancia económica en los cultivos; decidir cuándo controlarlos es fundamental en el manejo de la plaga. El uso de feromonas sexuales ayuda a predecir la época de vuelo de los machos y pueden usarse para reducir las poblaciones. El trabajo se realizó en Irapuato, Gto., mediante trapeo con feromonas marca Trece®, del año 2015 al 2107; los registros se hicieron semanalmente. El objetivo fue mostrar el crecimiento poblacional de machos de *S. frugiperda* y *S. exigua* empleando feromonas. Los picos poblacionales fueron en agosto y septiembre para ambas especies. El modelo ajustado fue un polinomio de tercer grado  $Y = 5945.76 - 996.58 T + 55.1514 T^2 - 1.00128 T^3$  el cual se sugiere como una herramienta adecuada de estimación de las poblaciones de cogollero. Para las poblaciones de *S. exigua* se propone un modelo ajustado  $Y = - 29899.4 + 6591.68 T - 539.485 T^2 + 19.434 T^3 - 0.259884 T^4$ , y puede usarse como forma de predicción en el manejo integrado de estos insectos plaga en los cultivos.

**Palabras clave:** *Spodoptera frugiperda*, *S. exigua*, feromonas, fluctuación poblacional.

### Population dynamics of *Spodoptera frugiperda* (J. E. smith) and *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) through the use of pheromones in Irapuato, Gto. , Mex.

**ABSTRACT.** *Spodoptera frugiperda* and *S. exigua* are pests of economic importance in crops; deciding when to control them is fundamental in the management of the pest. The use of sex pheromones helps predict the flight time of males and can be used to reduce populations. The work was carried out in Irapuato, Guanajuato by trapping with Trece® pheromones, from 2015 to 2107; the records were made weekly. The objective was to show the population growth of males of *S. frugiperda* and *S. exigua* using pheromones. The population peaks were in August and September for both species. The fitted model was a polynomial of third degree  $Y = 5945.76 - 996.58 T + 55.1514 T^2 - 1.00128 T^3$  which is suggested as an adequate tool for estimating the population of the army. For the populations of *S. exigua* we propose an adjusted model  $Y = - 29899.4 + 6591.68 T - 539.485 T^2 + 19.434 T^3 - 0.259884 T^4$ , and can be used as a form of prediction in the integrated management of these insect pests in crops.

**Keyword:** *Spodoptera frugiperda*, *S. exigua*, pheromones, population fluctuation.

## INTRODUCCIÓN

Las palomillas se caracterizan porque los machos usan la comunicación química en el proceso de localizar a la hembra para aparearse, rastrean a la hembra a distancia, en algunos casos hasta 11 km (Symonds *et al.*, 2012). Una de las técnicas del trapeo, es el uso de feromonas sexuales que se emplea de diferentes maneras, desde predecir el momento oportuno de aplicar las medidas de control, como una alternativa en el trapeo masivo, así como su uso en la interrupción del

apareamiento; esta técnica auxilia en la toma de decisiones para el control de plagas (Malo-Rivera *et al.*, 2006; Barrera *et al.*, 20016). Las trampas con este tipo de feromonas funcionan cuando comienza el periodo de vuelo de un insecto, lo que ayuda a determinar umbrales de acción para el control de la plaga, se emplean también en la detección de especies exóticas y generalmente se capturan los machos (Witzgall *et al.*, 2010). En el manejo integrado del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) y el gusano soldado de las hortalizas *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae), se requiere determinar cuando ocurren los picos de mayor densidad de adultos durante su fluctuación poblacional, ya que no existe un modelo que permita conocer la variación de estos insectos plaga a través del tiempo, empleando capturas con trampa de feromona y su relación con las condiciones climáticas para el Bajío Guanajuatense, este tipo de curvas permitirán pronosticar las poblaciones de acuerdo a las variaciones del clima, así como hacer manejos adecuados de la plaga planeando las fechas de siembra y otras estrategias de control; por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar las curvas de crecimiento poblacional de los adultos del gusano cogollero y gusano soldado de las hortalizas en Irapuato, Guanajuato, y su relación con la temperatura y precipitación, empleando trampas con feromonas.

## MATERIALES Y MÉTODO

El trabajo se realizó en el campo experimental del Departamento de Agronomía de la Universidad de Guanajuato en Irapuato, Guanajuato; durante el periodo comprendido del 18 de mayo de 2015 al 18 de marzo de 2017. Se utilizaron trampas tipo delta con la feromona comercial FAW Trece® (*S. frugiperda*) y BAW Trece® (*S. exigua*). Se colocaron tres trampas de cada una de las especies en un superficie de 3 ha de un cultivo de maíz de riego. El septo se cambió cada semana y al mismo tiempo se cuantificaron los machos capturados, se sustituyó la plantilla con el adherente Biotak cuando fue necesario; cada trampa se colocó en el borde de la parcela a 2 m de altura. Al revisar la trampa semanalmente, también se registró la temperatura y precipitación de la estación meteorológica “El Copal”; se midió la altura de planta en 20 plantas de maíz tomadas al azar. Con esta información se procedió en primera instancia a obtener los coeficientes de correlación de Pearson, para conocer el grado de asociación entre la población de palomillas de cada especie con las variables climáticas y con la altura de la planta de maíz en el caso de *S. frugiperda*. Para *S. exigua* solamente se muestra su relación con la temperatura. En caso de obtener una correlación significativa entre las variables de clima y la densidad poblacional de cada especie, se obtuvieron los modelos de mejor ajuste (curvas de crecimiento poblacional), mediante la técnica estadística de regresión, para lo cual se utilizó el paquete Statgraphics (Statgraphics Plus Ver. 5.1 Profesional, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Gusano cogollero (*S. frugiperda*).** Se capturaron en total 1,074 machos a lo largo del experimento. Las poblaciones se incrementaron a inicios de julio del año 2015, alcanzando la densidad máxima a fines de agosto de ese año, disminuyendo en los siguientes meses y repuntando a mediados de octubre; en el año 2016 el número de capturas se elevó a fines de junio llegando al mayor número a mediados de agosto, bajando en las siguientes fechas; destacan los picos poblacionales ocurridos el 2 de septiembre del año 2015 y el 25 de agosto del 2016; en éste año las poblaciones mínimas fueron de cero individuos el 21 del mes de enero, en diciembre hubo presencia en las trampas con tres individuos/semana; para el año 2017 las poblaciones se incrementaron en el mes de enero y disminuyeron en los meses de febrero y marzo (Fig. 1); en todos los casos, hubo capturas a partir del mes de enero oscilando entre tres y cuatro ejemplares

hasta el mes de junio, mes en que se elevaron y que coincide con el inicio del periodo de lluvias (Cuadro 1); este trabajo demuestra que en la región del Bajío Guanajuatense o al menos en el municipio de Irapuato, hay presencia de *S. frugiperda* a lo largo del año; Nagoshi *et al.* (2015), indicaron que el hábito migratorio del cogollero fuera del territorio de Estados Unidos no está definido, en su trabajo plantearon la hipótesis de que existe homogenización de las poblaciones en todo el hemisferio americano, debido a la mezcla poblacional causada por la emigración; sin embargo, el resultado de su estudio, los hace concluir que existe poca interacción entre las poblaciones mexicanas de *S. frugiperda* con otras, por lo que la consideran una población aislada. Malo *et al.* (2001) reportaron pocos machos de *S. frugiperda* capturados con trampas de feromonas en la costa de Chiapas, México, contrastando con los resultados del presente trabajo, e indicaron que una posible causa sea las bajas poblaciones en ese periodo específico de muestreo; posiblemente las condiciones climáticas uniformes y estables presentes en la zona del Bajío Guanajuatense, ayudó a mantener las poblaciones de adultos de cogollero; en el periodo de esta investigación no hubo presencia de heladas, aunque Rojas *et al.* (2004) señalaron que la temperatura y la precipitación no influyen en las capturas de machos de *S. frugiperda* pero si la velocidad y dirección del viento.



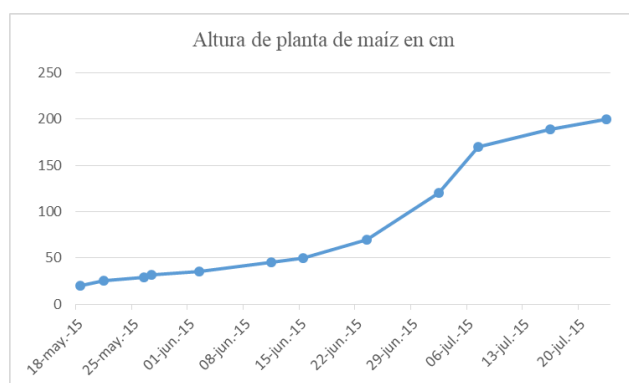
**Figura 1.** Fluctuación poblacional de *S. frugiperda* usando feromonas en maíz. Irapuato, Gto. 2015 a 2107.

**Cuadro 1.** Capturas de adultos de gusano cogollero y soldado en trampas de feromonas por promedio mensual y la temperatura y precipitación promedio de mayo del 2015 a marzo del 2017 mayo.

Mes	<i>S. frugiperda</i> (machos capturas mensuales)	<i>S. exigua</i> (machos capturas mensuales)	Temperatura media (°C)	Precipitación Pluvial Media (mm)
Enero	28	23	14.9	3.85
Febrero	13	35	16.3	2.90
Marzo	21	29	18.6	18.15
Abril	66	76	21.1	10.00
Mayo	40	55	22.6	71.30
Junio	34	62	21.5	123.85
Julio	75	39	20.6	157.50
Agosto	84	30	20.8	160.25
Septiembre	73	20	20.6	87.15
Octubre	64	31	19.6	41.95
Noviembre	48	6	17.9	15.25
Diciembre	26	19	16.4	5.60

Las curvas de captura de los machos de gusano cogollero en el periodo que abarcó el experimento, no mostraron un patrón estacional reproducible anualmente, lo que coincidió con lo

reportado por Malo *et al.* (2004), en el presente estudio el mayor número de capturas ocurrió durante la época de lluvias que corresponde al mes de agosto (Cuadro 1). Se determinó una correlación positiva entre las capturas de machos de cogollero y la temperatura media del ambiente ( $r = 0.5932$ ,  $n = 12$ ,  $p = 0.0421$ ), pero no hubo asociación con la precipitación ( $r = 0.4907$ ,  $n = 12$ ,  $p = 0.1053$ ). Las poblaciones en las trampas de feromonas correlacionaron positivamente con el desarrollo de la planta ( $r = 0.8443$ ,  $p = 0.0084$ ), la altura de planta se incrementó al igual que las poblaciones de la plaga en el intervalo del 18 de mayo al 20 de julio del año 2015 (Fig. 2); por cada macho capturado en la trampa de feromona existe una hembra en el campo (Symonds *et al.*, 2012) por lo que las hembras al depositar los huevos en el follaje, lograrían disponibilidad de alimento para sus larvas, pero hasta cierta altura, ya que plantas de más de 40 cm son poco preferidas para ovipositar, pues deberá estar tierna y sobre todo con el meristemo en la etapa adecuada para que la larva se alimente; al respecto Rojas *et al.* (2004), mencionaron que el principal factor que afecta las capturas de adultos de gusano cogollero en trampas de feromonas es la presencia de plantas hospederas.



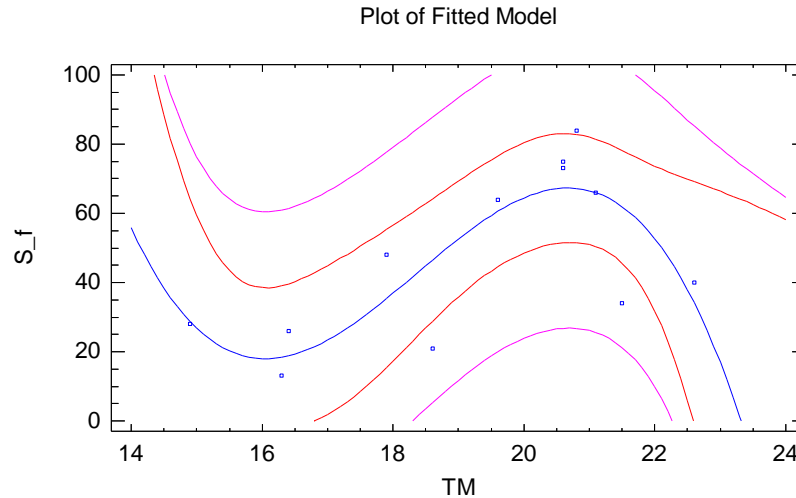
**Figura 2.** Altura de plantas de maíz de mayo a julio de 2015.

Se procedió a obtener la curva de crecimiento poblacional de *S. frugiperda*, a través de la técnica de regresión no lineal simple, considerando como variable dependiente (Y) el promedio mensual del número de palomillas de cogollero capturadas con la trampa de feromonas, y como variable independiente el promedio mensual de la temperatura media (T), a lo largo del periodo que abarcó este trabajo. El modelo ajustado con la forma funcional fue un polinomio de tercer grado (Fig. 3) definido por:

$$Y = 5945.76 - 996.58 T + 55.1514 T^2 - 1.00128 T^3$$

Los criterios para seleccionar este modelo fueron el valor del estadístico de prueba  $F = 5.40$  y su respectiva probabilidad ( $P = 0.0252$ ) del análisis de varianza de la regresión, y el valor del coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.67$ ) como medida de bondad de ajuste, los cuales permiten concluir que el modelo es significativo dada la influencia de la variable predictora sobre la variable respuesta, y se puede recomendar como una herramienta adecuada de estimación.

**Gusano soldado (*S. exigua*).** La presencia de las larvas de este insecto es un factor de rechazo en los embarques de hortalizas tales como coliflor, brócoli y maíz dulce, además se alimentan de solanáceas como el chile. Durante 2016 las poblaciones capturadas fueron más altas desde el mes de abril hasta agosto (Fig. 4), con un pico máximo a fines del mes de junio con más de 45 individuos por trampa, con una correlación positiva entre los machos y la temperatura media ( $r = 0.6069$ ,  $n = 12$ ,  $p = 0.0364$ ), pero sin correlación con la precipitación ( $r = 0.5613$ ,  $n = 12$ ,  $p = 0.0576$ ).

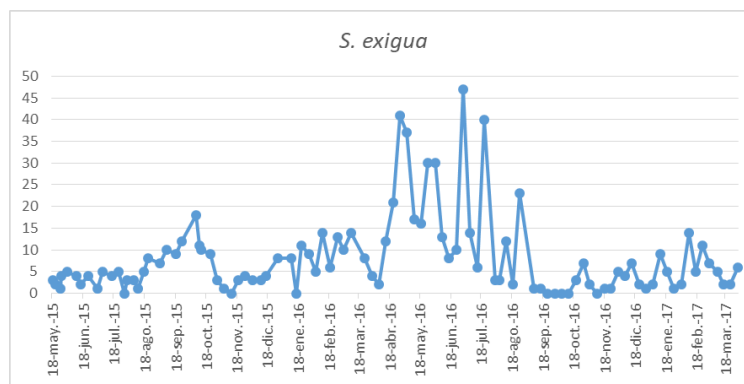


**Figura 3.** Curva de crecimiento poblacional de *S. frugiperda* modelado con un polinomio de tercer grado.

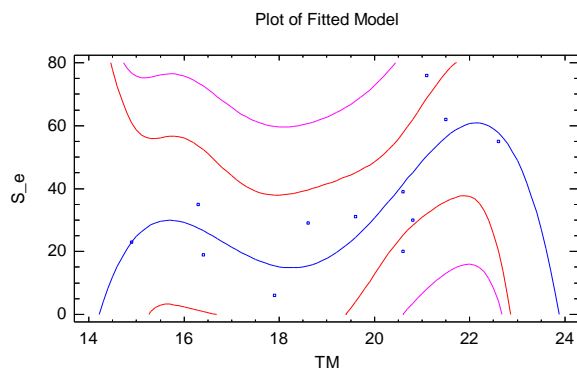
Posteriormente las capturas disminuyeron sin desaparecer en su totalidad, los adultos se recolectaron de las trampas de feromonas durante todo el año; posiblemente influya la presencia de cultivos hospederos de este lepidóptero, aunque Showler *et al.* (2005) reportaron que la liberación de la feromona es más alta en verano que durante la primavera y que posiblemente la baja temperatura del periodo de inicio de la primavera influya en una menor dispersión del aroma. Análogamente, con la técnica de regresión en el mismo periodo, se obtuvo la curva de crecimiento poblacional de adultos de *S. exigua*, usando como variable regresora la temperatura, consiguiendo un ajuste similar al obtenido para *S. frugiperda*. El modelo ajustado de la población de *S. exigua* (Fig. 5) es la forma funcional de un polinomio de cuarto grado definido por:

$$Y = - 29899.4 + 6591.68 T - 539.485 T^2 + 19.434 T^3 - 0.259884 T^4$$

Donde Y es el promedio mensual del número de palomillas de *S. exigua* capturadas con la trampa de feromonas y T el promedio mensual de la temperatura media. El valor del estadístico  $F = 2.45$  y su respectiva probabilidad ( $P = 0.0424^*$ ) del análisis de varianza de la regresión, así como el  $R^2 = 0.58$ , indicaron que el modelo es significativo y puede usarse como herramienta de estimación.



**Figura 4.** Fluctuación poblacional de *S. exigua* capturadas con trampas de feromonas. Irapuato, Gto.



**Figura 5.** Curva de crecimiento poblacional de *S. exigua* modelado con un polinomio de cuarto grado.

## CONCLUSIÓN

Los machos de *S. frugiperda* y *S. exigua* se capturaron durante todo el año; estos resultados permitirán conocer el momento oportuno para hacer una liberación de enemigos naturales y aplicaciones más eficiente de insecticidas como parte de las técnicas de control.

Las capturas más altas ocurrieron a mediados de agosto en el 2015 y 2016, en todos los caso se capturaron machos de *S. frugiperda* en el mes de diciembre y enero; para *S. exigua* las mayores poblaciones ocurrieron de mayo a agosto del año 2016. El modelo funcional basado en capturas de machos y la temperatura será una herramienta útil en el manejo de estas especies en el control integrado.

Esta investigación es el primer reporte del uso de trampas de feromonas en el manejo de dos especies de noctuidos de importancia agrícola en el Bajío Guanajuatense, y se propone un modelo de predicción poblacional usando la temperatura.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad De La Salle Bajío por el apoyo recibido para realizar la presente investigación en la Convocatoria de Investigación de Innovación Tecnológica 2016.

## LITERATURA CITADA

- Barrera, J. F., Montoya, P. y J. Rojas. 2006. Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas. Pp. 1-16. *In*: J. F. Barrera y P. J. Montoya (Eds.). Trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. Moscamed, Ecosur. Sociedad Mexicana de Entomología. Tapachula, Chiapas, México.
- Malo, E. A., L. Cruz-López, Valle-Mora, J., Virgen, A., Sánchez, J. A. y J. C. Rojas. 2001. Evaluation of commercial pheromone lures and traps for monitoring male fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in the Coastal Region of Chiapas, Mexico. *Florida Entomologist*, 84(4): 659-664.
- Malo, E. A., Bahena, F. M. A. y J. Valle-Mora. 2004. Factors affecting the trapping of males of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) with pheromones in Mexico. *Florida Entomologist*, 87(3): 288-293.
- Malo-Rivera, E. A., Virgen-Sánchez A. y J. Valle-Mora. 2006. Trampas y feromonas comerciales para monitoreo del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Pp. 35-40. *In*: J. F. Barrera y P. J. Montoya (Eds.). Trampas y atrayentes en detección, monitoreo y control de plagas de importancia económica. Moscamed, Ecosur. Sociedad Mexicana de Entomología. Tapachula, Chiapas, México.
- Nagoshi, R. N., Rosas-García, N. M., Meagher, R. L., Fleisher, S. J., Westbrook, J. K., Sappington, T. W., Hay-Roe, M., Thomas, J. M. G. y G. M. Murúa. 2015. Haplotype profile comparisons between *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) populations from Mexico with those from Puerto

- Rico, South America, and the United States and their implications to migratory behavior. *Journal of Economic Entomology*, 108(1): 135-144.
- Rojas, J. C., Virgen, A. y E. A. Malo. 2004. Seasonal and nocturnal flight activity of *Spodoptera frugiperda* males (Lepidoptera: Noctuidae) monitored by pheromone traps in the coast of Chiapas, Mexico. *Florida Entomologist*, 87(4): 496-502.
- Showler, A. T., Salgado, E., Fraser, I. y D. C. Robacker. 2005. Effect of aging on pheromone emission from a commercial beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) lure and trap efficiency. *Journal of Economic Entomology*, 98(2): 373-377.
- Statgraphics Plus Ver. 5.1 Professional. 2001. STSC and Statistical Graphics Corporation. Bakersville Maryland. USA.
- Symonds, M. R. E., Johnson, T. L. y M. A. Elgar. 2012. Pheromone production, male abundance, body size, and the evolution of elaborate antennae in moths. *Ecology and Evolution*, 2(1): 227-246.
- Witzgall, P., Kirsch, P. y A. Cork. 2010. Pheromones and their impact on pest management. *Journal of Chemical Ecology*, 36: 80-100.