


GUSANO COGOLLERO *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN MAÍZ DE PRIMAVERA, EN GUASAVE, SINALOA

Carlos Patricio Saucedo-Acosta¹, José Guadalupe Quintana-Quiroz¹,  Gabriel Antonio Lugo-García^{*1}, Raúl Hipólito Saucedo-Acosta², Alberto Borbón-Gracia², Bardo Heleodoro Sanchez-Soto¹, Pedro Casillas-Alvarez¹.

¹Universidad Autónoma de Sinaloa, Escuela Superior de Agricultura del Valle del Fuerte. ²Campo Experimental Valle del Fuerte-Centro de Investigación Regional del Noroeste- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

 Correo: gabriel_lugo9010@hotmail.com

RESUMEN. Se evaluó el daño de *Spodoptera frugiperda* en maíz de primavera, en Guasave, Sinaloa. El diseño experimental fue completamente al azar, con cuatro repeticiones de cuatro surcos y cinco metros de largo, Se utilizó el híbrido Garañón, los tratamientos fueron sin y con aplicación contra cogollero, en 2012 se utilizó permetrina y en 2013 Benzoato de emamectina en la etapa V5. En primavera 2012 se evaluó número de mazorcas, rendimiento de grano (REN) y peso hectolítrico (kg hL⁻¹). En 2013 además se estimó índice de área foliar (IAF) y se midió área foliar (AFO) en espigamiento; en cosecha se registro número de plantas, granos y numero de hileras. El AFO fue 16.6% menor sin aplicación (p≤0.01) y permitió constatar el daño por cogollero y la eficiencia de aplicación, el IAF no mostró diferencias, debido a que las hojas se sobrepone. No hubo diferencia significativa en REN, por lo que es viable disminuir aplicaciones de insecticidas contra *S. frugiperda*.

Palabras Clave: Área foliar, Daño, Rendimiento de grano.

Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) in spring maize in Guasave, Sinaloa

ABSTRACT. *Spodoptera frugiperda* damage in spring maize in Guasave, Sinaloa was evaluated. The experimental design was completely randomized with four replications of four rows and five meters long, the hybrid Garañón was used, treatments were without and with application against armyworm, in 2012 was used permethrin and emamectin benzoate in 2013 in V5 stage. In spring 2012 was assessed number of ears, grain yield (REN) and test weight (kg hL⁻¹). In 2013 besides leaf area index (LAI) and leaf area was estimated (LAF) was measured in tasseling; in harvest was record number of plants, grain and number of rows. The LAF was 16.6% lower without application (p≤0.01) allowed to confirm damage by fall armyworm and the application efficiency, LAI showed no difference, this because overlapping leaves. There were no significant differences in grain yield, so would make it possible to reduce insecticide applications against *S. frugiperda*.

Key words: Leaf area, Damage, Yield grain.

INTRODUCCIÓN

El gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae), es una de las plagas más comunes que atacan al maíz (*Zea mays* L.) en el sur de EE.UU., México, Centro y Sudamérica (Rojas *et al.*, 2004; Murúa *et al.*, 2006; Farias *et al.*, 2008). El gusano cogollero ataca gran variedad de cultivos pero prefieren las gramíneas, por lo que la mayoría de estudios sobre este insecto se han centrado en maíz, sorgo y zacate bermuda. En regiones

tropicales y subtropicales los daños regularmente son superiores a 60% (Andrews, 1988; Willink *et al.*, 1993). La infestación de gusano cogollero en plántulas de maíz puede causar la defoliación completa y así mismo dañar el meristemo apical en desarrollo (Buntin, 1986). Brown y Mohamed (1972) señalan que la planta de maíz es tolerante a la defoliación artificial casi completa, siempre y cuando el meristemo apical no sea dañado, en ese sentido Trumble (1993) menciona que en los sistemas naturales y agrícolas las plantas pueden tolerar o compensar los daños causados por artrópodos. Las pérdidas de rendimiento de grano de maíz por defoliación no solo dependen de la cantidad de área destruida, si no de la etapa de desarrollo del cultivo en que esta ocurra (Lauer, 2009).

La mayor reducción del rendimiento sucede cuando la defoliación se presenta en etapas vegetativas avanzadas y en las etapas reproductivas (Thomison y Nafziger, 2003), contrario a lo señalado por García *et al.*, (2012) quienes mencionan que el gusano cogollero puede estar presente durante la mayor parte del desarrollo del cultivo y que el daño es mayor cuando es menor la edad de la planta. Por su parte Fasae y colaboradores (2009) mencionan que la edad y la posición de las hojas afectadas son de gran importancia en la pérdida del rendimiento. Las pérdidas de rendimiento dependen de varios factores, como la temporada de siembra y la región, cultivar y prácticas culturales (De Almeida *et al.*, 2002).

Diversos estudios señalan que el rendimiento de grano de maíz disminuye por el ataque de gusano cogollero, ya que reduce el área fotosintética (De Almeida *et al.*, 2002; Jaramillo *et al.*, 1989; Kumar, 2002; Murúa *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2010; Dal Pogetto *et al.*, 2012). Sin embargo, en éstos mismos se menciona que ante el ataque moderado no se aprecian diferencias en el rendimiento. Cuando ocurre la pérdida de área foliar en los cultivos se reportan tres tipos de respuesta (McNaughton, 1983), que son: 1) un efecto negativo, el cual consiste en disminución de la tasa de crecimiento; 2) sin efecto, cuando no es alterada la tasa de crecimiento, es decir, las plantas atacadas presentan tasas de crecimiento similar a las no dañadas, y 3) efecto positivo, cuando después de un daño moderado se observa un mejor desarrollo de las plantas.

La ausencia de efecto en la tasa de crecimiento y el desarrollo de las plantas cuando pierden área foliar se debe a una respuesta de compensación, que ésta depende de los factores ambientales (Machinski, y Whitham, 1989). La eliminación o pérdida foliar presenta efectos en los procesos fisiológicos, los mecanismos por los cuales las plantas compensan tejidos perdidos han sido discutidos por varios autores y son: Aumento de la tasa fotosintética de tejido residual, mayor asignación de fotosintatos a las nuevas hojas, reasignación de los sustratos de la planta en otro lugar y a los brotes, abscisión de partes menos activas fotosintéticamente, aumento de la intensidad de luz a los tejidos subyacentes, mayor ahijamiento o desarrollo de los brotes después de la eliminación de meristemo apical dominante, y aumento en la eficiencia del uso del agua a través de la reducción de la transpiración (Chew 1974; McNaughton 1983; Hilbert *et al.*, 1981; Crawley, 1983).

En el estado de Sinaloa la mayor reducción del área foliar en maíz ocurre por la presencia de gusano cogollero, el cual se presenta durante las etapas vegetativas y es cuando mayor daño foliar ocasiona. En la entidad se siembra alrededor de 500,000 hectáreas de este grano y en forma generalizada los productores recurren a la aplicación de insecticidas contra esta plaga. Con base en la revisión de la literatura, donde se señala que el maíz puede tolerar la pérdida de follaje durante etapas tempranas sin afectar de manera drástica el rendimiento y a la evidencia que proporcionan agricultores que no realizan ninguna aplicación y obtienen rendimientos sobresalientes, en el presente trabajo se planteó estudiar el daño ocasionado por el gusano cogollero en el cultivo de maíz en el norte de Sinaloa.

MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se realizó en el Campo Experimental Valle del Fuerte, ubicado en Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa. En un suelo arcilloso, sin problemas de sales. Se utilizó el híbrido de maíz Garañón, la siembra en el primer ciclo fue en seco el 17 de marzo de 2012 y el segundo en húmedo el 17 de enero del 2013, en surcos con separación de 80 cm y una densidad de siembra de siete plantas por metro lineal. La preparación del terreno se llevó a cabo de manera convencional (barbecho y dos pasos de rastra), la fertilización en 2012 se efectuó con una dosis de 221-80-00 y debido a la baja disponibilidad de agua se aplicaron dos riegos de auxilio; en 2013 la dosis fue de 103-52-00 (NPK) y tres riegos.

Los tratamientos fueron dos lotes de maíz con y sin aplicación contra gusano cogollero. En el primer ciclo se utilizó permetrina (Pounce® 4G 10 kg ha⁻¹) y en el segundo benzoato de emamectina (Denim®100 g ha⁻¹), en la etapa de cinco hojas verdaderas, cuando se presentó la mayor incidencia de cogollero. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo en franjas, con cuatro repeticiones. Cada parcela se conformó de cuatro surcos de cinco metros de largo y la parcela útil la constituyeron los dos surcos centrales.

En ambos ciclos de siembra, durante la cosecha se contabilizó el número de plantas, peso hectolítrico (kg hL⁻¹) y rendimiento de grano (kg ha⁻¹ ajustado al 14% de humedad), en el primer ciclo se registró pudrición y número de mazorcas, en el segundo se contabilizó número de hileras por mazorca (NHI) y los granos por hilera (GRH). Además en espigamiento se estimó el índice de área foliar obtenido con ceptómetro lineal marca AccUPAR modelo LP80 y se utilizó una planta al azar por repetición, en la que se midió el área foliar con el uso de un escáner marca Epson Stylus CX3900 y el procesamiento y análisis de las imágenes con el software ImageJ 1.47 (Rasband, 2012). El peso hectolítrico (PHE) y la humedad de grano se obtuvo con un determinador de humedad marca Dicky Jonh-2000.

Los datos, previa verificación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, se analizaron mediante la prueba t para muestras independientes, con el uso del software Infostat 2014 (Di Rienzo *et al.*, 2014), todos los valores se informan con la media, error estándar y significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer ciclo de evaluación no hubo diferencia significativa entre tratamientos en ninguna de las variables evaluadas, los valores medios se muestran en el cuadro 1.

El área foliar fue desde 5,182 a 6873 cm² y permitió constatar el daño causado por el gusano cogollero y así mismo la eficiencia de la aplicación contra éste; es decir, sin aplicación el área dañada fue mayor en un 16.6 % con respecto al tratamiento con aplicación ($p \leq 0.01$), esta diferencia coincide al 16.01 % de daño foliar en maíz reportado por Lima *et al.*, (2010) cuando compararon sin y con aplicación de deltametrina.

La estimación del índice de área foliar (IAF) con ceptómetro no presentó diferencia significativa entre tratamientos, debido a que las hojas se sobrepone y provocan autosombreo por lo que no es posible detectar la proporción de área foliar dañada, dicha situación no concuerda con Dal Pogetto *et al.*, (2012) quienes evaluaron número de aplicaciones de lufenuron contra *S. frugiperda*, y encontraron diferencia significativa en IAF mayores a uno a favor cuando se realizó el combate.

El rendimiento de grano no mostró diferencias significativas, lo cual coincide con Sosa (2003) quien señala que sin aplicación para cogollero, el nivel de daño fue 40 % en la etapa V12, pero sin efecto en rendimiento, pero difieren a lo descrito por Lima y colaboradores (2010), ya

que mencionan que las pérdidas ocasionadas por el ataque de gusano cogollero pueden llegar a reducir hasta 34.0 % del rendimiento de grano en maíz, así mismo a lo señalado por Cruz y Turpin (1983), quienes señalan que el rendimiento disminuyó en 17.0 % cuando las infestaciones de *Spodoptera frugiperda* fueron desde 20 a 100 %. Por su parte Dal Pogetto y colaboradores (2012) también indican diferencia significativa en número de hojas por planta, diámetro de tallo y rendimiento de grano cuando no se aplicó insecticida contra cogollero. El peso hectolítrico, número de hileras y granos por hilera no mostraron diferencia significativa (Cuadro 1).

Cuadro 1. Media \pm error estándar con y sin aplicación contra gusano cogollero en el cultivo de maíz, en el norte de Sinaloa. Ciclos de primavera-verano 2012 (n=12) y 2013 (n=4).

Variable	Aplicación		p
	Sin	Con	
<i>Ciclo 2012</i>			
NMZ	80208.25 \pm 2.71	77083.17 \pm 1.95	NS
MZP	26.46 \pm 1.5	21.34 \pm 2.03	NS
PHE	69.88 \pm 0.93	70.17 \pm 0.6	NS
REN	6650 \pm 0.75	6750 \pm 0.7	NS
<i>Ciclo 2013</i>			
NPL (ha ⁻¹)	89360.7 \pm 2981.5	86116.4 \pm 4963.9	NS
AFO (cm ²)	5409.5 \pm 119.7	6490.6 \pm 179.5	0.0024
IAF	4.145 \pm 0.211	4.105 \pm 0.097	NS
NHI	15.5 \pm 0.178	15.475 \pm 0.170	NS
GRH	31.1 \pm 0.552	33.375 \pm 0.759	NS
PHE (kg hL ⁻¹)	73.925 \pm 0.517	74.075 \pm 0.390	NS
REN (kg ha ⁻¹)	8124.5 \pm 1856.7	8187.1 \pm 771.5	NS

NMZ=Numero de mazorcas, MZP=Mazorcas podridas, NPL=Número de plantas, AFO= Área foliar, IAF=Índice de área foliar, NHI= Número de hileras, GRH=Granos por hilera, PHE= Peso hectolítrico, REN= Rendimiento, NS=No significativo.

Los rendimientos similares entre tratamientos en el presente estudio pueden ser debido a la etapa en que se presentó el ataque del gusano cogollero, y a la capacidad de respuesta del cultivo de maíz, ya que de acuerdo con Jaramillo *et al.*, (1989) las plantas de maíz se recuperan al daño de cogollero cuando éste ocurre en etapas tempranas. García *et al.*, (2012) señalan que el gusano cogollero puede estar presente durante la mayor parte del desarrollo del cultivo y que el daño es mayor cuando es menor la edad de la planta. Según Piper y Weiss (1993) la eliminación completa de siete hojas durante etapas vegetativas en maíz no tienen efecto en rendimiento de grano, en ese mismo sentido Hassen y Chauhan (2003) mencionan que defoliación de 25 a 50% antes o después de espigamiento no afecta los componentes del rendimiento, debido a que las hojas superiores contribuyen activamente al rendimiento de grano, mientras que las hojas inferiores son importantes en etapas tempranas dado que son vitales para la formación de los tallos. Saucedá *et al.* (2011) señalan un efecto positivo en rendimiento de grano ante la eliminación de todas las hojas inferiores al jilote en la etapa de antesis, debido a que se incrementó principalmente el número de granos por hilera.

El maíz cultivado en el norte de Sinaloa es atacado por gusano cogollero durante etapas vegetativas, desde emergencia hasta V10, lo cual permite su recuperación, ya que de acuerdo con

Thomison y Nafziger (2003) la mayor reducción sucede cuando la defoliación se presenta en etapas reproductivas. Lo anterior explicaría por qué agricultores que no realizan aplicación contra gusano cogollero obtienen rendimientos sobresalientes (más de 12 t ha⁻¹). Por lo tanto conocer los niveles de daño foliar que el cultivo puede soportar es más viable para la toma de decisiones, ya que la determinación del grado de daño foliar ha mostrado ser el método más confiable para estimar la pérdida de rendimiento de grano en maíz (Jaramillo *et al.*, 1989; Fernández y Expósito, 2000); y no existe una relación clara y estadísticamente significativa entre la incidencia de la plaga y el rendimiento final del cultivo (Fernández, 2002).

CONCLUSIONES

La reducción del área foliar en maíz por gusano cogollero no se reflejó en rendimiento de grano, por lo que es viable disminuir aplicaciones de insecticidas contra *Spodoptera frugiperda*.

LITERATURA CITADA

- Andrews, K. L. 1988. Latin America research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Florida Entomol., 71 (4): 630-653.
- Brown E. S. and Mohamed A. K. A., 1972. The relation between simulated armyworm damage and crop-loss in maize and sorghum. E. African Agric. And For. Journal 37:237-257.
- Buntin, G. D. 1986. A review of plant response to fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), injury in selected field and forage crops. Florida Entomol 69:549-559.
- Chew R. M., 1974. Consumers as regulators of ecosystems: an alternative to energetics. Ohio J. Sci. 74:359-369.
- Crawley M. J., 1983. Herbivory, the dynamics of animal-plant interactions. Studies in Ecology Volume 10 University of California Press, Berkeley. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 437 p.
- Cruz I. and Turpin F. T., 1983. Yield Impact of Larval Infestations of the Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuide) to Midwhorl Growth Stage of Corn. Journal Economic Entomology. 76:1052-1054.
- Dal Pogetto M. H. F. A., Prado E. P., Gimenes M. J., Christovam R. S., Rezende D. T., Aguiar-Junior H. O., Costa S. I. A. and Raetano C. G., 2012. Corn yield with reduction of insecticidal sprayings against fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Agronomy, 11: 17-21.
- De Almeida Sarmiento, R., R.W. de Souza Aguiar, R. De Almeida Sarmiento de Souza Aguiar, S.M.J. Vieira, H.G. de Oliveira and A.M. Holtz, 2002. Biology review, occurrence and control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) in corn in Brazil. Biosci. J., 18: 41-48.
- Di Rienzo J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C. W. Robledo. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Farias, P. R. S., J. C. Barbosa, A. C. Busoli, W. L. Overal, V. S. Miranda, and S. Ribeiro. 2008. Spatial analysis of the distribution of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and losses in maize crop productivity using geostatistics. Neotrop. Entomol. 37: 321-327.
- Fasae, Oladapo A.; Adu, Folu I.; Aina, Ayobami B.J.; Elemo, Kehinde A., 2009. Effects of defoliation time of maize on leaf yield, quality and storage of maize leaves as dry season forage for ruminant production. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 4c (3): 353-357.

- Fernández, J. L., 2002. Estimación de umbrales económicos para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo del maíz. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 17 (3): 467-474.
- Fernández, J. L., Expósito I. E. 2000. Nuevo método para el muestreo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en el cultivo del maíz en Cuba. Centro Agrícola 27: 32-38.
- García-Gutiérrez, Cipriano; González-Maldonado, María Berenice; Cortez-Mondaca, Edgardo. 2012. Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. Ra Ximhai, num. Septiembre-Diciembre, pp. 57-70.
- Hassen, H. and Chauhan S. S. 2003. Effect of rate of maize leaf defoliation at various growth stages on grain, stover yield components of maize and undersown forage production. Indian J. Agric. Res., 37(2): 136-139.
- Hilbert, D. W., D. M. Swift, J. K. Detling, and M. I. Dyer. 1981. Relative growth rates and the grazing optimization hypothesis. Oecologia (Berl.) 51:14-18.
- Jaramillo, D. A., Jaramillo O., Bustello A. E. y Gómez H. 1989. Efecto del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) sobre el rendimiento del maíz. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín 42: 25-33.
- Kumar, H. 2002. Plant damage and grain yield reduction by fall armyworm and stem borers on certain maize hybrids containing resistance genes from varying sources under experimental and farmers field conditions. Crop Protection 21: 563-573.
- Lauer, J. 2009. Late-season hail effects on corn. Agronomy Advice, University of Wisconsin, <http://corn.agronomy.wisc.edu/AA/pdfs/A069.pdf> (revisado el 7/10/2014).
- Lima, M. S., Silva, P. S. L., Oliveira, O. F., Silva, K. M. B. and Freitas, F. C. L. 2010. Corn yield response to weed and fall armyworm controls. Planta Daninha, Viçosa-MG. 28 (1): 103-111.
- Machinski, J. and Whitham T. G. 1989. The continuum of plant responses to herbivory: the influence of plant association, nutrient availability, and timing. Am. Nat. 134: 1-19.
- McNaughton, S. J. 1983. Compensatory plant growth as a response to plant herbivory. Oikos 40, 329-336.
- Murúa, G., J. Molina-Ochoa, and C. Coviella. 2006. Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its parasitoids in northwestern Argentina. Fla. Entomol. 89: 175-182.
- Murúa, M. G., Juárez M. L., Prieto S., Gastaminza G. y Wilink E. 2009. Distribución temporal y espacial de poblaciones larvarias de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) en diferentes hospederos en provincias del norte de la Argentina. Rev. Industrial y Agrícola de Tucumán. 86 (1): 25-36.
- Piper, E. L. and Weiss A. 1993. Defoliation during vegetative growth of corn: the shoot:root ratio and yield implications. Field Crops Res., 31:145-153.
- Rasband, W. S. 2012 ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://imagej.nih.gov/ij/>, 1997-2012.
- Rojas, J. C., A. Virgen, and 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. Fla. Entomol. 87: 496-503.
- Sauceda, A. C. P., Quintana Q. J. G. y Salinas P. R. A. 2011. Efecto de diferentes tratamientos de defoliación en el rendimiento y componentes del rendimiento del híbrido de maíz (*Zea Mays* L.) P-3030 In: Cueto W. J. A. y Ávalos M. R. G. (comps). VI Reunión Nacional de Innovación Agrícola. León, Guanajuato 2011. p. 54.

- Sosa, M. A. 2003. Daño por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz bajo siembra directa en diferentes épocas en el noreste santafesino. Revista INTA - Estación Experimental Agropecuaria Reconquista. Santa Fe-Argentina. Pp. 1-4.
- Thomison, P. R. and Nafziger, E. D. 2003. Defoliation affects grain yield, protein, and oil of TopCross high-oil corn. Online. Crop Management doi:10.1094/CM-2003-1027-01-RS.
- Trumble, J. T. 1993. Implications of changes in arthropod distribution following chemical application. Res. Populo Ecol. 27:277-85.
- Willink, E., V. M. Osorio y M. A. Costilla. 1993. Daños, pérdidas y niveles de daño económico por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. Rev. Ind. y Agric. de Tucumán 70(1-2): 49-52.