

EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE HÍBRIDOS DE MAÍZ GENÉTICAMENTE MODIFICADOS CONTRA GUSANO COGOLLERO Y ELOTERO EN LOS MOCHIS, SINALOA

Fabián Avendaño-Meza¹, José Luis Corrales-Madrid¹, Saúl Parra-Terrazas¹, José Antonio Garzón-Tiznado¹, Moisés Gilberto Yáñez Juárez¹. ¹Profesor Investigador de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Maxipista Culiacán-Mazatlán Km 17.5 Culiacán, Sinaloa A.P. 726. E-mail: fabian@uas.uasnet.mx

RESUMEN: Se realizó un estudio para evaluar el efecto insecticida de maíz transgénico que expresa la toxina de *Bacillus thuringiensis* (Bt) sobre gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith y elotero *Helicoverpa zea* Bodie en el municipio de Los Mochis, Sinaloa. Se analizaron tres eventos que correspondieron a los maíces genéticamente modificados MON-00810-6, DAS-01507-1xMON-00810-6 y DAS-01507-1xMON-00810-6xMON-00603-6, apareados con sus respectivos isohíbridos en un diseño de parcelas divididas. Los resultados indican que los tres eventos tuvieron un control superior sobre las plagas antes mencionadas, en comparación con los isohíbridos que sirvieron de base, aún sobre aquellos incluidos en la parcela con aplicación de insecticidas, y que la expresión multigénica de los materiales no afectó su eficacia biológica, ya que los tres eventos resultaron estadísticamente iguales en todas las comparaciones.

Palabras Clave: *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea*, OGM.

Biological effectiveness of transgenic maize against fall armyworm and corn earworm in Los Mochis, Sinaloa

ABSTRACT: A field study was conducted to determine the effects of transgenic corn containing a gene from the bacterium *Bacillus thuringiensis* (Bt) vs. corn earworm and fall armyworm in Los Mochis, Sinaloa. Three events that corresponded to genetically modified maize MON-00810-6, DAS-01507-00810-1xMON-6 and DAS-01507-00810-1xMON-6xMON-00603-6 were analyzed in design divided plots. Those ones were compared with near-isogenic non-Bt hybrid treated with a foliar insecticide and with a near-isogenic non-Bt hybrid without insecticides. The results indicate that the three events were greater control over the pests, compared to near-isogenic non-Bt, even over those included in the plot with insecticide application. The materials multigene expression did not affect their biological effectiveness, since the three events were statistically equal in all comparisons.

Key words: *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea*, OGM.

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo de la familia botánica Poaceae, al igual que el trigo, el arroz, la cebada, el centeno y la avena. Este cultivo se originó mediante el proceso de domesticación que llevaron a cabo los antiguos habitantes de Mesoamérica a partir de los “teocintles”, gramíneas muy similares al maíz, que crecen de manera natural principalmente en México y en parte de Centroamérica. Se considera que las poblaciones de teocintle del centro de México (Kato, 1984) o los que crecen en el trópico seco de la Cuenca del Balsas (Matsuoka *et al.*, 2002), pudieron ser los ancestros de los cuales se domesticó el maíz como planta cultivada. El lugar de origen que sugiere la evidencia científica como más razonable, identifica a México como el lugar más probable de origen o a Guatemala como segunda opción (Galinat, 1995; Wilkes, 1989). México se considera uno de los últimos reservorios de recursos genéticos del maíz y considerado uno de los posibles sitios de su domesticación por el hombre hace aproximadamente 5000 años, es también uno de los sitios donde las autoridades mexicanas han confirmado la existencia de variedades transgénicas en cultivos donde presumiblemente se siembran maíces criollos. Esto, probablemente derivado del uso inconscientemente o por desconocimiento de maíz GM importado de Estados Unidos para consumo animal, como grano para tortilla u otro procesamiento industrial y comprado y utilizado por pequeños productores mexicanos como semilla en

2002 (Fitting, 2006). Los OGM son seres vivos cuyo material genético ha sido alterado mediante técnicas biotecnológicas con el objetivo de que se expresen determinadas características que no le son propias de forma natural; esta tecnología, ha posibilitado la producción aséptica y económica de compuestos farmacológicos como la insulina generada por bacterias modificadas con genes humanos; o bien, el cultivo de cereales y oleaginosas que se autodefenden de las plagas segregando una sustancia insecticida; o bien, la tolerancia de estos mismos cultivos a herbicidas, de tal manera que se reducen los trabajos de laboreo y el uso de insumos agrícolas (Corti, 2010). Los inconvenientes que presenta el control químico en el cultivo de maíz se han potenciado en los últimos años debido al cambio en los sistemas de cultivos (monocultivos, explotaciones intensivas, etc). Esta condición, unida a una mayor conciencia en la sociedad actual, ante el enorme deterioro medioambiental que supone la utilización masiva de compuestos químicos, ha provocado un gran interés en la búsqueda de sistemas alternativos de control de las plagas (Rey *et al.*, 2000).

Materiales y Método

El experimento se realizó en el ejido La Higuera, en Los Mochis, Sinaloa. Se utilizó un diseño de bloques al azar con parcelas divididas, distribuidas en dos parcelas grandes con la variante de infestación natural y con aplicación de insecticidas, se analizaron tres eventos que correspondieron a los maíces genéticamente modificados MON-00810-6 (1b), DAS-01507-1xMON-00810-6 (2b) y DAS-01507-1xMON-00810-6xMON-00603-6 (3b), apareados con sus respectivos isohíbridos (1a, 2a y 3a) para una suma de seis factores de variación y un total de 12 tratamientos, los cuales se replicaron cuatro veces. Los parámetros de evaluación fueron: 1) el nivel de daño por *S. frugiperda*, el cual se evaluó en 20 plantas representativas y en completa competencia a lo largo de los dos surcos centrales de cada unidad experimental para un total de 80 plantas en las cuatro repeticiones, se realizaron cinco muestreos durante las etapas de desarrollo de V4 hasta V11 (el 8, 16, 23 y 30 de abril y el 7 de mayo de 2011), se utilizó la escala de Davis invertida para la calificación del daño: 1 a 9; 9 = sin daño al follaje, 1 = daño severo (Davis *et al.*, 1992). Y 2) El nivel de daño por *H. zea*, éste se evaluó en 10 plantas representativas y en completa competencia a lo largo de los dos surcos centrales de cada unidad experimental para un total de 40 plantas en las cuatro repeticiones, se realizó un muestreo en la etapa de desarrollo de R5 (el 25 de junio de 2011), se revisó el elote de cada planta y se midió el daño causado por alimentación de la plaga con una bolsa cuadrículada, la cual se introdujo desde la punta a la base y se registró el dato en cm² de daño. Se realizó una aplicación de insecticida contra gusano cogollero (Lorsban 480 E a 1.5 L/ha mas Surfacid 300 ml/ha como coadyuvante) el 9 de abril de 2011. El análisis estadístico se realizó con el programa Minitab[®] ver. 16.2.3. Los datos del muestreo de gusano elotero se transformaron a $X^{0.5} + 1$ para reducir su coeficiente de variación, y cuando el análisis de varianza detectó diferencias significativas, se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Tukey con el 5% de significancia.

Resultados y Discusión

Efecto de los tratamientos sobre la población de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith. El análisis de varianza realizado con los datos del promedio de las cinco fechas de muestreo, indican que existieron diferencias significativas entre los tratamientos incluidos en el factor parcelas chicas (eventos GM a evaluar e isohíbridos respectivos); así como entre las parcelas grandes que incluyeron la aplicación de insecticidas y la no aplicación de los mismos, también se presentó diferencia entre la interacción de parcelas grandes y parcelas chicas. La prueba de comparación de

medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) realizada a los eventos del factor parcelas chicas, separa a los tratamientos en dos grupos perfectamente diferenciados; el primero incluye a los tratamientos GM 3b, 2b y 1b con el menor daño registrado con valores de 8.66, 8.65 y 8.60, respectivamente; los isohíbridos 1a, 3a y 2a registraron valores de daño promedio de 7.75, 7.65 y 7.58, respectivamente y se ubicaron en diferente nivel estadístico. La prueba de comparación de medias realizada con la interacción de las parcelas con y sin tratamiento insecticida (parcelas grandes) y los tratamientos ubicados en las parcelas chicas, muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos; sin embargo, al igual que en la comparación anterior, los tratamientos con maíz GM se ubican como los de menor daño registrado, independientemente si se aplicó o no insecticida en la parcela grande; los tratamientos con el isohíbrido se ubican en otro nivel de significancia estadística, con el mayor daño registrado en los tratamientos de la parcela sin aplicación de insecticida; el punto anterior se comprueba con la comparación general entre las parcelas grandes con y sin aplicación de insecticida, en la cual se aprecia que existe diferencia a favor de los tratamientos que recibieron aplicación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Daño foliar promedio causado por gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith, en maíces genéticamente modificados, en Los Mochis, Sinaloa. 2011.

Parcelas chicas			Interacción Parcelas grandes x Parcelas chicas							Parcelas grandes			
Trat	N	Media*	Trat	PG	N	Media*	Trat	PG	N	Media*	Trat	N	Media
3b	8	8.66 a	3b	Con	4	8.71 a	3a	Con	4	8.05 bcd	Con	24	8.34 a
2b	8	8.65 a	1b	Con	4	8.67 a	1a	Con	4	8.00 cd	Sin	24	7.96 b
1b	8	8.60 a	2b	Con	4	8.66 a	2a	Con	4	7.94 d			
1a	8	7.75 b	3b	Sin	4	8.64 ab	1a	Sin	4	7.50 de			
3a	8	7.66 b	2b	Sin	4	8.60 abc	3a	Sin	4	7.24 e			
2a	8	7.58 b	1b	Sin	4	8.56 abc	2a	Sin	4	7.22 e			

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey $\alpha=0.05$

1b Tratamiento MON-00810-6

2b Tratamiento DAS-01507-1xMON-00810-6

3b Tratamiento DAS-01507-1xMON-00810-6xMON-00603-6

1a, 2a y 3a Isohíbridos

Con = Con aplicación de insecticida en la parcela grande

Sin = Sin aplicación de insecticida en la parcela grande

Del análisis anterior se concluye que en los tratamientos con maíz GM el daño foliar promedio causado por gusano cogollero es mínimo, comparado con el producido a los respectivos isohíbridos, y a su vez, la aplicación de insecticida contra esta plaga no influye en la efectividad de éstos, ya que el comportamiento de los tratamientos fue prácticamente similar en las parcelas con y sin aplicación de insecticida; tampoco la expresión multigénica en un mismo material influye en su efectividad biológica, ya que en este experimento la eficacia se alternó en los tres tratamientos GM en las diferentes fechas de muestreo.

Efecto de los tratamientos sobre la población de gusano elotero *Helicoverpa zea* Bodie. El análisis de varianza realizado con los datos del muestreo del daño causado por gusano elotero en las parcelas tratadas y sin tratar con insecticida, indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas en el factor parcelas chicas, que corresponde a los materiales evaluados y entre los componentes de la interacción parcelas chicas con parcelas grandes. No hubo diferencia estadística entre el factor de parcelas grandes que corresponde a los tratamientos con y sin insecticidas, debido probablemente a que la aplicación de insecticida se había realizado con mucha anticipación al muestreo. La prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) separa a los tratamientos GM en un grupo con efectividad

estadísticamente similar, diferenciados de sus respectivos isohíbridos; los tratamientos 1b, 2b y 3b tuvieron daños mínimos por el ataque de gusano elotero, con valores de 0.04, 0.07 y 0.11 cm², respectivamente. El mismo efecto se observó en el análisis de las medias de las interacciones de los tratamientos entre las parcelas grandes y las parcelas chicas; la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) separa a todos los tratamientos GM en un grupo con el mismo comportamiento estadístico, independientemente de las parcelas con y sin aplicación de insecticidas, sólo los tratamientos 1a y 2a, en la parcela con aplicación de insecticida, se comportaron estadísticamente igual a los tratamientos GM (Cuadro 2).

Cuadro 2. Daño promedio (en cm²) causado por el gusano elotero *Helicoverpa zea* Bodie, en maíces genéticamente modificados, en Los Mochis, Sinaloa. 2011.

Parcelas chicas			Interacción Parcelas grandes x Parcelas chicas								Parcelas grandes		
Trat	N	Media*	Trat	PG	N	Media*	Trat	PG	N	Media*	Trat	N	Media
3a	8	2.06 a	3a	Con	4	2.57 a	1b	Sin	4	0.22 bc	Con	24	0.94
1a	8	1.76 a	1a	Sin	4	2.12 ab	2b	Sin	4	0.10 bc	Sin	24	0.90
2a	8	1.48 a	2a	Sin	4	1.65 ab	3b	Con	4	0.07 bc			
1b	8	0.11 b	3a	Sin	4	1.55 ab	2b	Con	4	0.05 bc			
2b	8	0.07 b	1a	Con	4	1.40 abc	1b	Con	4	0.00 c			
3b	8	0.04 b	2a	Con	4	1.32 abc	3b	Sin	4	0.00 c			

*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, según Tukey $\alpha=0.05$

1b Tratamiento MON-00810-6

2b Tratamiento DAS-01507-1xMON-00810-6

3b Tratamiento DAS-01507-1xMON-00810-6xMON-00603-6

1a, 2a y 3a Isohíbridos

Con = Con aplicación de insecticida en la parcela grande

Sin = Sin aplicación de insecticida en la parcela grande

Del estudio anterior se concluye que los tratamientos con maíz modificados genéticamente fueron más eficientes en la reducción del daño ocasionado por gusano elotero y que la aplicación de insecticidas influyó muy poco en la eficiencia de los isohíbridos donde se aplicó, ya que sólo hubo una disminución del daño en los tratamientos 1a y 2a con respecto a la parcela donde no se aplicó insecticida, mientras que por el contrario en el tratamiento 3a de la parcela con aplicación de insecticida, el daño se incrementó ligeramente; la expresión multigénica no afecta la eficacia de los tratamientos GM.

Literatura Citada

- Corti, V. J. 2010. Organismos genéticamente modificados y riesgos sanitarios y medioambientales. Serie: Derecho y relaciones internacionales. Editorial Reus, S.A. España. p. 11.
- Davis, F. M.; Ng, S. S. and Williams, W. P. 1992. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. Mississippi: Agricultural and Forest Experiment Station. (Technical bulletin, 186). 9p.
- Fitting, E. 2006. Importing corn, exporting labor: The neoliberal corn regime, GMOs, and the erosion of Mexican biodiversity. *Agriculture and human values*, 23(1): 15-26.
- Galinat, W. C. 1995. The origin of corn. *Economic Botany*. 49(1): 3-12.
- Kato Y., T.A. 1984. Chromosome morphology and the origin of maize and its races. *Evolutionary Biology* 17: 219-253.

- Matsuoka, Y., Y. Vigouroux, M.M. Goodman, J. Sanchez G., E. Buckler and J. Doebley. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99: 6080-6084.
- Rey M., J. Delgado-Jarana, A. Rincón, M. Limón y T. Benitez. 2000. Mejora de cepas de *Trichoderma* para su empleo como biofungicidas. *Rev. Iberoam. Micol.* 17: 31-36.
- Wilkes, G. 1989. Maize: domestication, racial evolution and spread. In: Harris, D. R.; Hillman, C. (Eds.). *Foraging and Farming*. Unwin Hyman. London. pp. 441-455.