

ESTE MÉS ENTREGAMOS DOS ARTÍCULOS

# DESEMPEÑO AGRONÓMICO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ SEMBRADOS EN ZAFRA ALTERNATIVA O “ZAFRIÑA”

Y

# DAÑO CAUSADO POR *Spodoptera frugiperda* SMITH EN DIFERENTES HÍBRIDOS DE MAÍZ

ENTREGA  
NÚMERO  
**03**

E N E R O  
**2018**

Autores

Ing. Agr. M. Sc.  
Guillermo Andrés Enciso  
Maldonado  
Dpto. de Investigación y  
Desarrollo  
g.enciso@cetapar.com.py

Francisco Fernández  
Riquelme  
itr@cetapar.com.py

Ing. Agr. Mónica  
Elizabeth Bogado Rotela  
División Fitopatología  
m.bogado@cetapar.com.py

Ing. Agr. Lorena Raquel  
Marini Benítez  
División Semillas  
semillas@cetapar.com.py

Ing. Agr. Elvio Joel López  
Ranoni  
Dpto. de Actividades de  
Campo  
e.lopez@cetapar.com.py



# Desempeño agronómico de híbridos de maíz sembrados en zafra alternativa o “zafriña”

## Introducción

La siembra de maíz en zafra alternativa o “zafriña” se realiza en el Paraguay en sucesión al cultivo de verano, que generalmente es la soja (Quintana 1978). La productividad obtenida en esta zafra es menor comparada con la obtenida en la de verano, pero trae constituye una fuente de renta para los productores en el ciclo otoño-invierno. Según la Cámara Paraguaya de Comercializadores y Exportadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO 2016), en 2015/2016 fueron sembradas 838.768,34 ha de maíz en zafra alternativa con un rendimiento promedio de 4.768 kg ha<sup>-1</sup>. La siembra en “zafriña” alternativa de este cultivo trae beneficios económicos para los actores de la cadena de valor que participan en el rubro, por otro lado, el maíz ocupa el segundo lugar en superficie cultivada en el país y, por otro

lado, es el cereal mayormente exportado en un total de 3.392.032 toneladas, siendo los principales mercados Chile y Brasil (CAPECO 2015).

La productividad obtenida del maíz de “zafriña” se debe tanto a factores edafo-climáticos como tecnológicos. Actualmente, los productores tienen acceso a híbridos de alto potencial productivo, súper-precoces a semi-precoces, con o sin resistencia a algunas plagas y enfermedades, lo que permitirían alcanzar altos rendimientos, siempre que las condiciones ambientales se manifiesten a favor. Bajo esta consideración, en el presente estudio se seleccionaron híbridos de maíz, de distintas empresas, que se ofertan para su siembra en entre zafra con el objetivo evaluar su desempeño a través de algunas características agronómicas

## Materiales y métodos

El experimento fue realizado en una de las parcelas experimentales de la Fundación Nikkei-CETAPAR, Yguazú, Alto Paraná (coordenadas geográficas 24°29'38"S, 56°48'14"O y altitud de 260 msnm), sobre un suelo con 69 % de arcilla, 2,22 % de materia orgánica y 70,35 % de saturación de bases. El experimento se realizó entre enero y junio de 2015, meses en los que se registró una temperatura media de 23,05 °C y una precipitación total de 646,7 mm.

Los tratamientos estuvieron constituidos por siete híbridos de maíz comercializados para su siembra en zafra alternativa (Tabla 1). Se utilizó el diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones. La superficie total del experimento fue de 481,4 m<sup>2</sup> (29 m x 16,6 m), dividida en 28 unidades experimentales de 1,8 m de ancho y 5 m de largo. El área útil de cada unidad experimental se

constituyó por las dos hileras centrales, descontando 1 m de cada borde de las cabeceras. La distancia entre bloques fue de 3 m y la distancia entre unidades experimentales dentro de cada bloque fue de 0,5 m.

El trabajo de campo se inició con la medición y delimitación del área experimental y de las unidades experimentales. La siembra se realizó el 27 de enero de 2015, llevada a cabo de forma manual, depositándose las semillas a 3 cm de profundidad. La densidad poblacional fue de 55.000 plantas por hectárea, distanciadas a 0,45 m entre hileras y 0,4 m entre plantas. Se aplicó 150 kg ha<sup>-1</sup> de N-P-K de formulación 8-20-10 al momento de la siembra y a los 45 días después de la emergencia (DDE) se aplicaron 50 kg ha<sup>-1</sup> de urea (45-00-00). El control de malezas se realizó a través de dos carpidas manuales a los 20 y 45 DDE.

**Tabla 1.** Características de los híbridos de maíz utilizados como tratamiento en el experimento. Fundación Nikkei-Cetapar, Yguazú, PY. 2015.

Tratamiento	Nombre Comercial	Híbrido <sup>a</sup>	Ciclo <sup>b</sup>
T1	DK 919	Simple	Súper Precoz
T2	DK 910 VTPRO	Simple	Súper Precoz
T3	DKB 390 VT3PRO	Simple	Súper Precoz
T4	DOW 2B587 Hx	Simple	Precoz
T5	AS 1590 YG	Triple	Súper Precoz
T6	Fórmula TL	Simple	Súper Precoz
T7	Status TL	Simple	Precoz

<sup>a</sup>Dirección de Semillas – Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (DISE - SENAIVE 2014). <sup>b</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA 2013).

Las variables evaluadas para cada tratamiento y repetición fueron la duración de la fase vegetativa, reproductiva y el momento de maduración fisiológica de los híbridos, el peso de grano, el número de granos/m<sup>2</sup>, el número de hileras/espiga, el número de granos/hilera y el rendimiento por hectárea.

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y se utilizó el test de comparación de medias de Tukey con 5% de probabilidad de error cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

## Resultados y discusión

Los híbridos evaluados presentaron diferencias significativas en la duración de las fases vegetativas, reproductivas y el momento en el que ocurre la madurez fisiológica (Tabla 2). El tratamiento T6 presentó la floración más temprana, a los 47 DDS, finalizando así su fase vegetativa. De igual manera, el tratamiento T6 resultó ser el más precoz, manifestando su madurez fisiológica a los 103 DDS.

**Tabla 2.** Inicio de la fase reproductiva, su duración y momento de madurez fisiológica de híbridos de maíz cultivados en zafra alternativa. Fundación Nikkei-CETAPAR. Yguazú, PY. 2015.

Tratamiento	Duración de la fase vegetativa (DDS)	Duración de la fase reproductiva (días)	Momento de madurez fisiológica (DDS)
T1	50,5 a	73,0 c	123,5 b
T2	48,4 cd	70,0 e	118,5 c
T3	50,5 a	78,0 b	128,5 a
T4	49,0 bc	79,0 a	128,0 a
T5	51,3 a	71,8 d	123,0 b
T6	47,3 d	56,0 f	103,3 d
T7	50,3 ab	78,0 b	128,3 a
CV (%)	1,22	0,26	0,46

\*Medias con una letra en común no son significativamente diferentes al 5 % de probabilidad de error. CV: Coeficiente de variación

Se verificó diferencia significativa entre las medias de la masa del grano (Tabla 3). Esta variable forma parte de los componentes del rendimiento del maíz y está determinada por la tasa y por la duración del periodo de llenado de granos (Wang 1999). En este trabajo se constató que T7 alcanzó el mayor peso con 416 mg y el menor peso del grano se observó en T6 con 327 mg. El número de granos/m<sup>2</sup> está asociado a la tasa de crecimiento de la planta en el periodo que abarca entre antes y después del panojamiento, el cual depende de las condiciones ambientales (Otegui y Andrade 2000). En el experimento se verificó que el mayor número de granos obtuvo T6 con 2.686 granos m<sup>-2</sup> y el menor valor obtuvo T2 con 1.832 granos m<sup>-2</sup> (Tabla 3).

En cuanto al número de hileras/espiga se registran diferencias significativas entre las medias de los tratamientos (Tabla 3). El híbrido con mayor número de

hileras/espiga fue T6 con 18 a 20 hileras/espiga y 18,8 hileras/espiga en promedio, mientras que los híbridos con menor número de hileras/espiga fueron T1, T2 y T5, que presentaron 14 a 16 hileras/espiga (Tabla 3). El número de hileras/espiga siempre es par y su valor disminuye a medida que aumenta el número de mazorcas por planta (Magalhães et al. 2002). En el número de granos/hilera no existieron diferencias significativas (Tabla 3). Según Magalhães et al. (1994) el número de hileras de granos en las espigas es definido en el estadio V12, mientras que el número de granos por hilera es definido una semana antes de la floración, aproximadamente, en el estadio V17. Ritchie et al. (1986) señalan que el periodo en el que se definen estas variables es sumamente crítico debido a que la presencia de factores adversos puede reducir seriamente el número potencial de granos y el tamaño de la espiga cosechada.

**Tabla 3.** Peso de grano, número de granos/m<sup>2</sup>, número de hileras/espiga, número de granos/hilera y rendimiento. Fundación Nikkei-Cetapar. Yguazú, PY. 2016.

Tratamiento	Peso de grano (mg)	No. granos/m <sup>2</sup>	No. hileras/espiga	No. granos/hilera	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
T1	378 abc*	2.245,0 b	15,5 c	26,4 <sup>NS</sup>	8.472 a
T2	359 bcd	1.831,2 c	14,8 c	22,7	6.516 b
T3	407 ab	2.298,9 b	16,8 abc	24,9	9.339 a
T4	377 abcd	2.336,3 ab	16,5 bc	25,8	8.791 a
T5	344 cd	2.124,0 bc	15,3 c	25,2	7.322 b
T6	327 d	2.686,4 a	18,8 a	25,9	8.792 a
T7	416 a	2.119,4 bc	18,2 ab	21,2	8.806 a
<b>CV (%)</b>	<b>5,83</b>	<b>7,30</b>	<b>5,52</b>	<b>9,77</b>	<b>5,08</b>

\*Medias seguidas por la misma letra en las columnas no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error. NS = No significativo al 5 % de probabilidad de error. CV: coeficiente de variación.

Se observan diferencias significativas entre las medias de los tratamientos en la variable rendimiento. El tratamiento T3 alcanzó el mayor valor con 9.339 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que T2 con 6.516 kg ha<sup>-1</sup>, resultó ser el tratamiento con menor rendimiento. El rendimiento final depende del número de granos por unidad de área y por el peso individual de los granos (Richards 2000). El tratamiento

T6, que además resultó ser el más precoz, alcanzó un rendimiento estadísticamente igual a T1, T3, T4 y T7. Fassio et al. (1998) mencionan que la floración temprana podría beneficiar el aumento del rendimiento debido al prolongamiento del número de días disponibles para el llenado del grano.

## Conclusión

Los híbridos evaluados alcanzaron rendimientos por encima de la media nacional por los que se consideran que son aptos para su utilización en la siembra de época alternativa por parte de los agricultores. Los híbridos DK 919, DKB 390 VT3PRO, DOW 2B587 Hx, Formula

TL y Status TL se destacaron por presentar los mayores rendimientos, sin embargo, Formula TL presenta además la ventaja de ser súper-precoz, lo que trae consigo el beneficio de protegerse de heladas y la liberación temprana del campo para su próximo aprovechamiento.

## Referencias bibliográficas

CAPECO (Cámara Paraguaya de Comercializadores y Exportadores de Oleaginosas). 2016. Área de siembra, producción y rendimiento (en línea). Asunción, Paraguay, CAPECO. Consultado 7 ago. 2016. Disponible en <http://capeco.org.py/>

DISE-SENAVE (Dirección de Semillas – Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas). 2014. Dirección de demillas: departamento de protección y uso de variedades (en línea). Boletín Nacional Cultivares Protegidos y Comerciales 14(7). Consultado 7 ago. 2016. Disponible en <http://www.senave.gov.py/>

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Presquisa Agropecuária). 2013. Milho cultivares para 2013/2014 (en línea, sitio web). Consultado 7 ago. 2016. Disponible en <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/>

Fassio, A; Carruquiry, AI; Tojo, C; Romero, R. 1998. Maíz: aspectos sobre fenología. La Estanzuela, Uruguay, INIA. 51 p. (Serie Técnica 101).

Magalhães, PC; Resende, M; Oliveira, AC. de; Durães, FOM; Sans, LMA. 1994. Caracterização morfológica de milho de diferentes ciclos. In Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 20, Goiânia. Centro Oeste-cinturao do milho e do sorgo no Brasil: resumos. Goiânia, ABMS, 1994. p. 190.

Magalhães, PC; Durães, FOM; Portilho, N; Paiva, E. 2002. Fisiologia do milho. Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS. 23 p. (Circular Técnica, 22).

Otegui, M; Andrade, FH. 2000. New relationships between light interception, ear growth, and kernel set in maize. In Westate, ME; Boote, KJ (Eds.). Physiology and modeling kernel set in maize. Madison, Crop Science Society of America. p. 89-102.

Quintana, F. 1978. El cultivo del maíz. San Lorenzo, Paraguay, MAG-SEAG. 12 p.

Richards, RA. 2000. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. Journal of Experimental Botany 51:447-458.

Ritchie, SW; Hanway, JJ; Benson, GO. 1986. How a corn plant develops. Ames, Iowa, State University. 21 p. (Special report no. 48).

Wang, G; Kang, MS; Moreno, O. 1999. Genetic analyses of grain-filling rate and duration in maize. Field Crops Research, Amsterdam 61:211-222.

# Daño causado por *Spodoptera frugiperda* Smith en diferentes híbridos de maíz

## Introducción

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Smith 1797) destruye hojas y cogollo e incluso daña la espiga, comprometiendo así la producción de granos (Pencoe y Martin 1981). El desarrollo de maíz genéticamente modificado, mediante la introducción de genes Bt, confiere a las plantas resistencia a ciertas especies de lepidópteros. Las proteínas Bt, una vez ingerido el tejido vegetal, actúan sobre las células epiteliales del tubo digestivo, promoviendo la rotura osmótica

de las mismas, provocando la muerte del insecto antes de que pueda causar daños importantes al cultivo (Pietrantonio et al. 1993, Gill 1995). El presente trabajo tuvo por objeto evaluar el nivel de daño ocasionado por el gusano cogollero en siete híbridos de maíz, seis con tecnología Bt y uno convencional, disponibles en el mercado paraguayo, en condiciones de campo con infestación natural de la plaga

## Metodología

El experimento se realizó en las parcelas experimentales de la Fundación Nikkei-CETAPAR, Yguazú (coordenadas geográficas 24°29'38"S, 56°48'14"O; altitud de 260 msnm), entre los meses de enero a junio de 2015. Durante el periodo del ensayo la temperatura media registrada fue de 23,05 °C y la precipitación total, 6.467 mm. Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en siete híbridos de maíz (Tabla 1). La superficie total del experimento fue de 452,4 m<sup>2</sup> (29 m x 15,6 m), dividida en 28 unidades experimentales con 1,8 m de ancho

y 5 m de largo cada una. Se consideró como área útil de cada unidad experimental las dos hileras centrales, descontando 1 m en las cabeceras. La siembra se realizó el 27 de enero de 2015, de forma manual, con densidad de siembra de 55.000 plantas/ha, distanciamiento de 0,45 m entre hileras y 0,4 m entre plantas. Se aplicó 150 Kg/ha de N-P-K de formulación 8-20-10 al momento de la siembra y a los 45 días después de la emergencia (DDE) se aplicó 50 Kg/ha de urea (45-00-00). El control de malezas fue realizado mediante carpidas manuales a los 20 y 45 DDE.

**Tabla 1.** Descripción, híbrido y evento de los tratamientos evaluados en el estudio Evaluación del daño causado por *S. frugiperda* en diferentes híbridos de maíz. Fundación Nikkei-CETAPAR, Yguazú. 2017.

Tratamiento	Descripción	Híbrido	Evento
T1	DK 919	Simple	Convencional
T2	DK 910 VTPRO	Simple	MON 89034 x MON 88017
T3	DKB 390 VT3PRO	Simple	MON 89034 x MON 88017
T4	DOW 2B587 Hx	Simple	TC1507
T5	AS 1590 YG	Simple	MON 810
T6	Fórmula TL	Simple	Bt 11
T7	Status TL	Simple	Bt 11

A los 45 días después de la siembra (DDS) se evaluaron las variables:

**Índice de daño:** Se utilizó la escala visual de daño adaptada de Davis et al., citado por Zancarano et al. (2012) (Tabla 2), tomándose la totalidad de hojas de 8 plantas por cada unidad experimental.

**Porcentaje de plantas dañadas:** a partir de 8 plantas por unidad experimental se cuantificó el número de plantas con daños. El resultado se convirtió a porcentaje.

Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y las medias comparadas con el test de Tukey al 5 % utilizando el programa estadístico INFOSTAT versión 2016



**Tabla 2.** Escala de notas (0 a 9) utilizadas para evaluación de daños por ataque de *S. frugiperda* en cogollos de maíz, adaptada de Davis et al. Citado por Zancarano et al. (2012).

Nota	Descripción
1	Plantas sin daño
2	Plantas con puntuaciones
3	Plantas con puntuaciones, 1 a 3 lesiones circulares pequeñas (hasta 1,5 cm)
4	Planta con 1 a 5 lesiones circulares pequeñas (hasta 1,5 cm) más 1 a 3 lesiones alargadas (entre 1,5 a 3 cm) más pequeños agujeros circulares (hasta 0,5 cm)
5	Plantas con 1 a 3 lesiones alargadas grandes (más de 3 cm) en 2 o más hojas, mas 1 a 5 agujeros o lesiones alargadas (hasta 1,5 cm)
6	Plantas con 1 a 3 lesiones alargadas grandes (más de 3 cm) en dos o más hojas, mas 1 a 3 agujeros grandes (más de 1,5 cm) en dos o más hojas
7	Planta con 3 a 5 lesiones alargadas grandes (más de 3,5 cm) en 2 o más hojas, mas 3 a 5 agujeros grandes (más de 1,5 cm) en dos o más hojas
8	Planta con muchas lesiones alargadas (más de 5) de todos los tamaños en la mayoría de las hojas, muchos agujeros medianos a grandes (más de 5) mayores a 3 cm en muchas hojas
9	Planta con hojas casi totalmente destruidas

## Resultados y discusión

Se observa daño en todos los materiales evaluados, teniendo en cuenta que los insectos deben ingerir la proteína Bt para ser controlados. El híbrido DKB 390 VT3PRO fue el que presentó tanto un menor índice de daños (0,80) como un menor porcentaje de plantas con daños (15%). Los materiales que presentaron mayor porcentaje de plantas con daño fueron DOW 2B587 Hx (77%) y Fórmula TL (72%), mientras que el híbrido convencional DK 919 (4.30) y Fórmula TL (2.95) fueron los que presentaron mayor índice de daño (Tabla 3). Teniendo en cuenta que los híbridos transgénicos no sobrepasan la nota 3 en la escala de Davis, correspondiente a lesiones pequeñas y alargadas, lo cual coincide con el hábito alimentario inicial de las larvas, los resultados denotan un buen control sobre orugas de *S. frugiperda* en todos los materiales transgénicos evaluados.

de los tratamientos fue: 2,97 (Testigo); 2,08 (MGRR2) y 1,68 (VT3PRO), por su parte, Zancarano et al. presentan notas de daño mayores, de 3,88 e 3,38 para los híbridos AG 7000 YG e DKB 390 YG, los cuales tienen evento MON 810. No se observa diferencia estadística en cuanto a plantas con daño entre los híbridos transgénicos DK 910 VT3PRO, DOW 2B587 Hx, AS 1590 YG, Fórmula TL, Status TL y el material convencional DK 919. Fernandes et al. (2003) demostraron para los cultivares DKB 806 YG y DKB 909 YG que expresan la toxina Cry 1Ab, en condiciones de campo, niveles diferentes de infestación de *S. frugiperda*, de acuerdo con el estadio fenológico, la época del año y la localización geográfica del cultivo, por lo que, la eficacia y la expresión de la resistencia en la planta son complejas, y pueden ser influenciadas tanto por factores bióticos como abióticos.

Los resultados concuerdan con el trabajo presentado por Massoni et al. (2014), cuya lectura de Davis en función

**Tabla 3.** Notas de índice de daño y el porcentaje de plantas con daño a los 45 DDS en el estudio Evaluación del daño causado por *S. frugiperda* en diferentes híbridos de maíz. Fundación Nikkei-CETAPAR, Yguazú. 2017.

Tratamiento	Índice de Daño	Plantas con Daños
T1	4.30 c	63 b
T2	2.70 b	53 b
T3	0.80 a	15 a
T4	2.75 bc	77 b
T5	2.70 bc	58 b
T6	2.95 c	75 b
T7	1.4 ab	48 b
<b>CV (%)</b>	<b>14.25</b>	<b>23.49</b>

\*Medias en las columnas con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Conclusión

Los materiales con tecnología Bt presentaron notas por debajo del nivel 3 en la escala de Davis, lo que, aunque no exista diferencias significativas en el porcentaje de plantas

con daños, denota una correcta protección frente a los daños causados por *S. frugiperda*.

## Referencias bibliográficas

Fernandes, OD; Parra, JRP; Neto, AF; Pícoli, R; Borgato, AF; Demétrio, CGB. 2003. Efeito do milho geneticamente modificado MON 810 sobre a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (JE Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Revista Brasileira de Milho e Sorgo. 2: 25-35.

Gill, SS. 1995. Mechanism of action of *Bacillus thuringiensis* toxins. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. 90 (1): 69-74.

Massoni, FA; Schlie, G; Frana, JE. 2014. Evaluación del daño causado por insectos lepidópteros en híbridos de maíz Bt (VT Triple Pro y MG) y convencional, y determinación del impacto sobre el rendimiento (en línea). EEA INTA Rafaela. En X Congreso Nacional de Maiz. Rosario, Argentina. Consultado el 25 nov 2016. Disponible en <http://www.congresodemaiz.com.ar/areas/proteccion/evaluacion-del-dano-causado-por-insectos-lepidopteros-en-hibridos-de-maiz-bt-y-convencional-y-determinacion-del-impacto-sobre-el-rendimiento.pdf>

Pencoe, NL; Martin, PM. 1981. Development and reproduction of fall armyworm on several wild grasses. Environmental Entomology. 10 (6): 999-1002.

Pietrantonio, PV; Federici, BA; Gill, SS. 1993. Interaction of *Bacillus thuringiensis* endotoxins with the insect midgut epithelium. In: Thompson, SN; Federici, BA. (Eds.) Parasites and pathogens of insects. New York: Academic Press. 2 (3): 55-79.

Zancanaro, PO; Buchweitz, ED; Boiça, AL; Moro, JR. 2012. Avaliação de tecnologias de refúgio no cultivo de milho transgênico. Pesquisa Agropecuaria Brasil. 47 (7): 886-891.

