



Revista *Márgenes*. Vol.6, No.2, Mayo-Agosto, 2018. RNPS: 2460

¿Cómo citar este artículo?

Gigato Toledo, A., Ferro Valdés, E. M., & Mirabal Baez, E. (mayo-agosto, 2018). Consecuencias de la reducción foliar sobre cuatro descriptores del grano de maíz (*Zea mays, Lin*). Revista *Márgenes*, 6(2), 48-59. Recuperado de <http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes/issue/view/704>

TÍTULO: CONSECUENCIAS DE LA REDUCCIÓN FOLIAR SOBRE CUATRO DESCRIPTORES DEL GRANO DE MAÍZ (*ZEA MAYS, LIN*)

TITLE: CONSEQUENCES OF FOLIAR REDUCTION ON FOUR DESCRIPTORS OF MAIZE GRAINS (*Zea mays, Lin*)

Autores: Ing. Anaimy Gigato-Toledo¹, Ing. Ernesto M. Ferro-Valdés², Lic. Erick Mirabal-Baez³

¹Ingeniera en Agronomía. Universidad de Pinar del Río. Filial de Agronomía de Montaña (FAMSA), MES-Cuba. Línea de Investigación: Agroecología y Agricultura Sostenible. Correo electrónico: anag@upr.edu.cu

²Ingeniero en Agronomía. Profesor Auxiliar. Universidad de Pinar del Río. Filial de Agronomía de Montaña (FAMSA), MES-Cuba. Línea de Investigación: Desarrollo Rural y Sistemas de Semillas. Correo electrónico: emferro@upr.edu.cu

³Licenciado en Física. Profesor Asistente. Universidad de Ciencias Médicas de la Habana. Facultad de Ciencias Médicas “Calixto García”, MES-Cuba. Correo electrónico: erick.mirabal@nauta.cu

Recibido: 2/04/2018

Aceptado: 27/04/2018

RESUMEN

Esta investigación fue conducida con el objetivo de analizar el efecto de la pérdida del área foliar sobre cuatro descriptores del grano de maíz (*Zea mays, Lin.*) en cinco cooperativas agrícolas del municipio La Palma. Se establecieron seis variantes experimentales, un testigo y cinco diferentes porcentajes de reducción del área foliar (10%, 20%, 30%, 40% y 50%) previo a la emergencia floral femenina. En cada entidad se estableció un diseño de bloques al azar, con tres réplicas por dos años seguidos en la época de primavera. Se tomaron cinco muestras de cada parcela experimental y se

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

evaluaron los descriptores: ancho del grano, largo del grano, grosor del grano y peso de 100 granos. Se realizó análisis factorial de la varianza, cálculo de correlación, así como representaciones gráficas. Se encontró que, dependiendo del porcentaje foliar perdido, se puede afectar, en menor o mayor cuantía, la formación normal del grano de maíz, así como la existencia de correlación fuerte y positiva entre ambos factores.

Palabras clave: maíz (*Zea mays*, *Lin.*); reducción foliar; granos de maíz.

ABSTRACT

This research was carried out to analyze the effect of foliar reduction on four descriptors of maize grain (*Zea mays*, *Lin.*), in five agricultural cooperatives of the municipality La Palma. There were established six experimental variants, one witness and five percentages of foliar area reduction (10%, 20%, 30%, 40% and 50%) before female flowering. A randomized complete block design was established in each cooperative, with three replicates, in two consecutive years at spring season. Five samples of each experimental plot were taken, and the following descriptors were assessed: width, length, thickness and weight of 100 grains. Factorial Analysis of Variance, correlation calculations and graphic representations were carried out for data analysis. It was found that grain formation can be affected depending on the percentage of foliar reduction, thus proving a strong and positive correlation between these two factors.

Keywords: maize (*Zea mays*, *Lin.*); foliar reduction; maize grains.

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen y una de las especies cultivadas más productivas (Paliwal et al., 2001). En el caso de Cuba, es un cultivo de gran tradición, se emplea para la alimentación humana y animal, como cultivo asociado, como barrera viva y reservorio de entomófagos, entre otras (Vázquez, 2009). Junto al trigo y al arroz, constituye la columna vertebral del suministro de alimentos del planeta. En términos de área cultivada o de contribución diaria de calorías a la dieta humana, se ubica en tercer lugar después de los cereales antes mencionados, no obstante, medido en términos de producción mundial total, es el cereal más importante (Badstue, 2006). Ningún otro cultivo produce tanta comida (MacCann, 2005), ni ningún otro cultivo tiene tantos usos como el maíz (Morris, 2002).

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Es cierto que para alimentar los varios billones de personas que viven en este planeta, la producción de comida de alta calidad deberá aumentar con reducidos insumos, pero su cumplimiento será en particular desafiante haciendo frente al cambio medioambiental global (Tester et al., 2010).

Además de estos desvaríos ambientales, los productores de maíz deberán enfrentar tanto factores bióticos como abióticos que pueden afectar sus producciones, así como las variables condiciones medioambientales donde estas se cultivan (Ferro, 2013). Entre los más importantes se encuentran aquellos que reducen el área foliar del cultivo (Cabada y Ahumada, 2016), provocando merma de su capacidad fotosintética. Los factores bióticos, esencialmente plagas y enfermedades (Paliwal et al., 2001; Chango, 2012), así como causas abióticas como: salinidad, inundaciones, baja fertilidad del suelo y otras más, pueden afectar el área foliar de las plantas, perturbando por consiguiente su desarrollo (Lafitte, 2001).

Teniendo en cuenta que cerca de un 96% de la semilla de maíz utilizada es de origen campesina (Ferro et al., 2009), y que comúnmente en el sistema de producción del municipio La Palma, se subvalora el efecto que provoca la reducción foliar en las plantas de maíz, se desconoce cuál es su consecuencia sobre importantes caracteres relacionados con el rendimiento. Por ello, se propone, a partir de un daño foliar simulado, analizar el efecto de la reducción foliar sobre cuatro descriptores del grano, en cinco poblaciones de maíz de libre polinización y de buen desempeño en sus ambientes agroproductivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se llevó a cabo en áreas de cinco cooperativas de créditos y servicios ubicadas en el municipio La Palma, provincia Pinar del Río. En cada entidad fue montado un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones en el espacio y dos repeticiones en el tiempo. Las variantes estaban compuestas por cinco tratamientos de reducción del área foliar, (10%, 20%, 30%, 40%, 50%) y el testigo. Se tomaron estos porcentajes de afectación foliar, con el objetivo de simular un amplio abanico de afectaciones, desde bajas como el 10%, a afectaciones muy severas como la pérdida foliar del 50%. Las 18 parcelas experimentales, estaban compuestas por 20 plantas

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

cada una. Se controlaron todos los factores, dejando únicamente como factor experimental, los diferentes porcentajes de área foliar reducidos.

Tabla 1. Ambientes experimentales

Ambientes	Cooperativas
Ambiente 1	”Froilán Carrasco”
Ambiente 2	”Mártires de la Palma”
Ambiente 3	”Pedro Lantigua”
Ambiente 4	”Ignacio Agramonte”
Ambiente 5	”Santos Cruz”

Se utilizó para la conformación de todas las parcelas experimentales, materiales de maíz de buen comportamiento en cada uno de los ambientes de estudio. Estos materiales pertenecían todos a la raza criollo, la de mayor presencia en la región (Gigato, 2015).

El marco de plantación utilizado fue de 0.6 m x 0.9 m, no se realizaron actividades de riego y el resto de las actividades fue similar a las realizadas comúnmente en cada una de las cooperativas, que están sujetas a las prácticas tradicionales y de bajos insumos.

Operaciones para la reducción del área foliar

Inicialmente se calculó el área foliar promedio de las plantas que conformaban cada experimento, tomando una muestra al azar de 18 plantas, previo a la eliminación foliar. El valor promedio de las 18 plantas, se utilizó de base para realizar los cálculos del área foliar a retirar a cada variante experimental. Posteriormente se eliminó manualmente la porción del área foliar requerida para cada una, excepto al testigo, que mantuvo el 100% de su capacidad fotosintética. Esta operación se realizó anterior al periodo de formación y surgimiento de las flores.

Para evitar pérdidas foliares superiores a las inducidas, se aplicó Parathión semanalmente a todas las plantas, y las escasas plantas que presentaron afectaciones foliares previo a la defoliación artificial, fueron eliminadas de la experiencia para evitar errores experimentales.

Colecta de datos y análisis de los datos

Se tomó una muestra de 5 mazorcas por cada parcela experimental, haciendo un total de 90 mazorcas en cada experiencia. A cada una de ellas se les evaluó los cuatro descriptores que aparecen en la tabla 2, siguiendo las indicaciones de Carballo (2001) y IBPGR (2001).

Tabla 2. Descriptores utilizados durante la experiencia

Descriptores	Símbolo	Tipo
Peso de 100 granos	P100g	Cuantitativo
Largo del grano	LG	Cuantitativo
Ancho grano	AG	Cuantitativo
Grosor del grano	GG	Cuantitativo

A los datos registrados de los descriptores antes mencionados en la tabla 2, se les calculó valores promedios utilizando Microsoft Excel 2010. De igual forma se utilizó esta aplicación de Office para realizar todas las figuras que se exponen en el documento. También se calculó el porcentaje de disminución del rendimiento, en función del porcentaje de reducción de área foliar y se crearon gráficos, para analizar comparativamente los descriptores medidos para las diferentes variantes experimentales. Se utilizó el cálculo de correlación para determinar la relación entre el porcentaje de reducción foliar y la reducción de los descriptores utilizados.

Utilizando las posibilidades del paquete estadístico utilizado para ciencias sociales IBM SPSS Statistics 21.0, se realizaron pruebas de normalidad para todos los descriptores utilizados, apoyándonos en la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Corroborado el ajuste a lo normal, se procedió a aplicar análisis estadísticos paramétricos. Con el uso de paquete estadístico Statgraphic Plus 5.1, se realizaron análisis factoriales de la varianza para cada uno de los descriptores medidos, con el fin de determinar si los factores interventores en la experiencia tuvieron efecto estadísticamente significativo sobre cada uno de los descriptores. A la par, se realizaron análisis de contrastes múltiples de rangos, bajo el método de LSD, para un nivel de confianza de un 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La reducción de los caracteres mostró resultados muy interesantes. En la tabla 3 se registraron los porcentajes de reducción de los cuatro caracteres utilizados en la

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

experiencia, donde se pudo apreciar, que para todos los caracteres en todas las variantes experimentales, ocurrió afectación en la constitución de la forma, ya que se determinó disminución en todos ellos respecto a los valores que mostraron los testigos (Tabla 3).

De forma general, la reducción morfológica varió en dependencia del carácter, el porcentaje foliar eliminado y el ambiente, exhibiendo fluctuaciones entre 1,71 y 25,01%. La variante experimental, a la que se le retiró el 50% del área foliar, mostró las reducciones cuantitativas más marcadas y el 10% las menores.

Ancho del grano fue el carácter con los valores más bajos de afectación morfológica y el ambiente 1 fue el menos afectado ya que, de los 20 registros más bajos de afectaciones morfológicas encontrados para todas las variantes experimentales y caracteres, 13 que representan el 65% del total, se registraron en este contexto.

Hallamos que la reducción de cada carácter es proporcional a la reducción del área foliar. Se puede apreciar en la tabla 3, que en la medida que aumenta el porcentaje de área foliar retirada de la planta, aumenta la de reducción del carácter en cuestión, respecto al testigo. Esto significa que en la medida que disminuye el área foliar de la planta, se afecta el desarrollo de los granos de maíz de forma gradual. Por lo tanto, podemos plantear que la afectación a los granos está ligada estrechamente, al porcentaje del área fotosintética que pierde la planta, debido a la relación estrecha que existe entre ambos, en el momento vegetativo que ocurrió la acción de defoliación.

Tabla 3. Porcentajes de reducción registrados para los caracteres AG, LG, GG y P100G en las cinco cooperativas de estudio

		10%	20%	30%	40%	50%	Correl.
AG	Ambiente 1	(2,62)	(4,71)	(6,27)	(7,25)	(9,53)	0,993
	Ambiente 2	2,86	5,92	(8,16)	10,23	13,71	0,996
	Ambiente 3	2,59	6,01	7,94	(10,29)	(14,85)	0,989
	Ambiente 4	(4,12)	6,07	7,60	9,23	11,22	0,999
	Ambiente 5	2,68	(6,75)	7,62	9,88	13,66	0,980
	La Palma (promedio)	3,10	6,00	7,62	9,48	12,62	0,993
L	Ambiente 1	(3,08)	(6,10)	8,23	(10,98)	(14,66)	0,996

	Ambiente 2	5,24	(8,94)	(11,56)	(15,23)	(17,42)	0,990
	Ambiente 3	5,30	7,80	10,45	14,29	16,69	0,996
	Ambiente 4	(6,54)	8,83	11,42	14,10	17,14	0,997
	Ambiente 5	4,40	6,52	(7,86)	12,91	14,85	0,982
	La Palma (promedio)	4,92	7,64	9,91	13,50	16,16	0,998
GG	Ambiente 1	(1,71)	8,83	12,98	(14,89)	16,73	0,955
	Ambiente 2	7,10	(12,86)	(16,10)	20,23	23,55	0,995
	Ambiente 3	(7,93)	11,32	15,20	(20,52)	(25,09)	0,997
	Ambiente 4	3,14	(6,20)	(8,12)	10,03	(14,93)	0,982
	Ambiente 5	5,92	8,68	12,26	16,87	19,15	0,995
	La Palma (promedio)	5,18	9,65	13,05	16,65	19,98	0,998
P100g	Ambiente 1	(5,45)	(7,20)	12,06	(13,09)	14,72	0,971
	Ambiente 2	5,09	(9,93)	11,38	14,83	21,43	0,977
	Ambiente 3	(2,99)	7,22	10,64	13,69	21,59	0,982
	Ambiente 4	4,73	9,64	(13,01)	(18,03)	(21,85)	0,998
	Ambiente 5	4,41	9,45	(9,26)	16,72	(13,86)	0,875
	La Palma (promedio)	4,59	8,70	11,34	15,79	19,36	0,998

Los análisis de correlación realizados para cada ambiente, develaron la existencia de una correlación fuerte positiva entre el porcentaje de área foliar eliminada y la reducción de los caracteres del grano, previo a la formación y emergencia floral.

Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Cabada y Ahumada (2016), quienes enunciaron, que el momento vegetativo del cultivo en que ocurre la defoliación, tiene diferente impacto sobre la afectación ocurrida. Por ejemplo, estudios similares han mostrado, que la intensidad y el momento del estrés durante el llenado de los granos, condicionan la magnitud de la disminución en el rendimiento (Borrás et al., 2004) y si la defoliación ocurre lo más próximo al momento de madurez fisiológica, sólo se puede observar caída de rendimiento frente a defoliaciones severas, ya que produce una disminución en el peso final de los granos, debido a la menor movilidad de fotosintatos hacia los granos por parte de la fotosíntesis (Cabada & Ahumada, 2016). Por su parte

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Valentinuz et. al. (2010), plantearon no encontrar una caída del rendimiento en los granos, cuando la defoliación ocurre en estados tempranos del cultivo.

El análisis factorial de la varianza para todos los datos del municipio mostró la existencia de factores con efecto significativo sobre los caracteres estudiados para las variedades experimentales en un 95% de confianza. Los factores año, ambiente y variantes, mostraron efecto estadísticamente significativo sobre los caracteres estudiados. Con el tiempo se corroboró la existencia de diferencias entre el primero y el segundo, siendo este último el afectado, por desvíos climáticos en el período de cultivo. Se prestó especial atención a las variantes, por ser estas de interés para el análisis final y no así a los ambientes, los que recibieron un tratamiento individual cada uno.

Los resultados de las pruebas de contraste múltiples se muestran en la tabla 4, en la que podemos observar, que todas las variantes muestran diferencias significativas respecto a los testigos. Por consiguiente, podemos plantear que todos los caracteres estudiados son afectados por la reducción foliar, cuando la defoliación ocurre previa a la emergencia floral (Tabla 4).

Las pruebas de contrastes, realizadas a nivel de ambientes, mostraron resultados similares para todos los caracteres. Todas las variantes experimentales muestran diferencias estadísticas significativas, a excepción de cinco datos registrados para el 10% de reducción del área foliar, pertenecientes a los ambientes 1, 3 y 5. El carácter largo de los granos, fue el único que se vio afectado por todas las variantes experimentales en todos los ambientes (Tabla 4).

Tabla 4. Resultado de las pruebas de contraste múltiple de rangos, para los caracteres estudiados, para un 95% de confianza.

Por cooperativas	AG					GG				
	10%	20%	30%	40%	50%	10%	20%	30%	40%	50%
Ambiente 1		x	x	x	X		x	X	x	x
Ambiente 2	x	x	x	x	X	X	x	X	x	x
Ambiente 3	x	x	x	x	X	x	x	X	x	x
Ambiente 4	x	x	x	x	X	x	x	X	x	x
Ambiente 5		x	x	x	X	x	x	X	x	x

	LG					P100G				
Ambiente 1	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x
Ambiente 2	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x
Ambiente 3	x	x	x	x	X		x	x	x	x
Ambiente 4	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x
Ambiente 5	x	x	x	x	X		x	x	x	x

Nota: La (x) representa la existencia de diferencias significativas para un 95% con el testigo.

La figura 1 nos muestra otro resultado interesante al analizar la relación entre los porcentajes de reducción foliar y la desviación estándar en los cuatro caracteres estudiados. La tendencia general, a excepción del descriptor largo del grano para el 40 y 50% de pérdida foliar, es la de aumentar la dispersión de los datos respecto a su media para todos los caracteres, en la misma medida que se incrementa la reducción del área foliar (Figura 1).

El aumento de la dispersión en función de la reducción, se corresponde con que los individuos de la población responden de manera diferente al estrés provocado por la pérdida foliar, debido a que unas plantas tienden a ser más afectadas que otras. Esta respuesta, está ligada a la naturaleza de las poblaciones de la raza criolla del municipio La Palma, que han sido manejadas a la libre polinización durante muchos años, creando una variabilidad interna en cada población, que favorece la diversa respuesta de sus individuos a factores estresantes, como es en este caso la reducción foliar. Este fenómeno amortiguador, es natural y es visible en poblaciones como estas que estamos tratando.

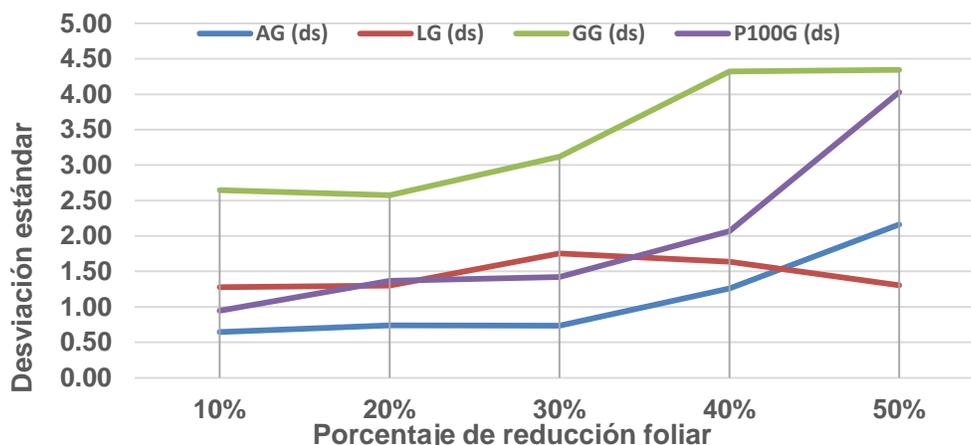


Figura 1. Relación entre porcentaje de reducción foliar y desviación estándar

Finalmente, la figura 2 muestra cómo la reducción del área foliar reduce la expresión de todos los caracteres estudiados respecto a su testigo. El grosor del grano fue el descriptor más afectado, muestra una reducción del 10,53%, y le siguieron, por orden descendente, el largo del grano con 8,46% y ya en menor porcentaje aparecen ancho del grano y peso de 100 granos, con 5,71 y 4,56% respectivamente. Estos resultados permiten considerar, que la reducción foliar o la pérdida de la capacidad fotosintética, puede afectar a algunos caracteres más que a otros (Figura 2).

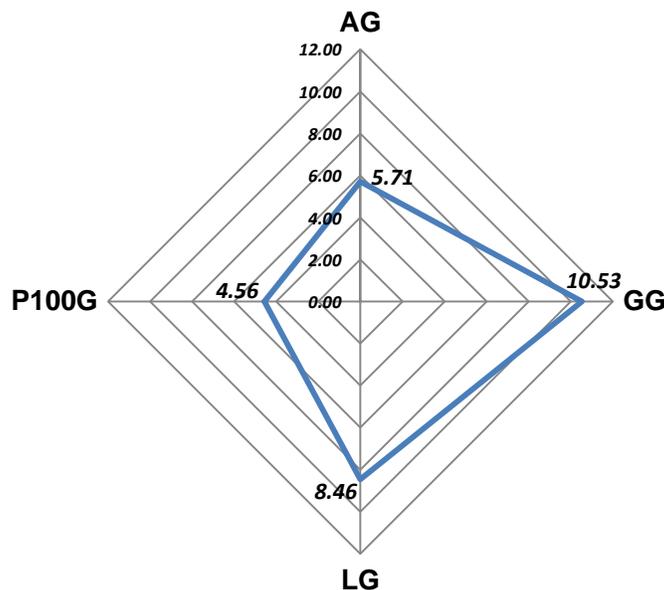


Figura 2. Porcentaje de reducción mostrado por cada uno de los descriptores estudiados

CONCLUSIONES

- La pérdida foliar previo a la floración, afecta los caracteres estudiados y por ende la formación del grano de maíz, para todas las variantes experimentales tratadas en la experiencia.
- La reducción foliar y la merma de todos los caracteres estudiados, se hallan fuerte y positivamente correlacionados, durante la etapa vegetativa en que se llevó a cabo la experiencia.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

- Se afectan de manera desigual, los caracteres estudiados producto a la reducción foliar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Badstue, L. B. (2006). *Smallholders seed practices: Maize seed management in the Central Valley of Oaxaca, Mexico*. Tesis de grado inédita. Holanda: Wageningen University.

Borrás L., Slafer, G. A. & Otegui, M. E. (2004). Seed dry weight response to source-sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. *Field Crops Research* 86,131-146.

Cabada S., & Ahumada, M. (2016). Incidencia del daño foliar sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays, L.*). *Serie Extensión*, 79, 13-17. Paraná: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Carballo, A. (2001). *Manual gráfico para la descripción varietal de Maíz (Zea mays, L.)*. 1ra ed. México: Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, Pesca y Alimentación (SARGARPA).

Chango, L. I. (2012). *Control de gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) en el cultivo del maíz (Zea mays L.)*. Tesis de grado inédita. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.

Ferro, E. M. et al. (2013). Experiencias obtenidas en el desarrollo participativo de híbridos lineales simples de maíz (*Zea mays, L.*) en condiciones de bajos insumos agrícolas. *Revista Cultivos Tropicales*, 2, 61-69.

_____ (2009). Aporte del sistema formal en semillas mejoradas de granos y cereales a la seguridad alimentaria del municipio La Palma, provincia Pinar del Río. *Revista Cultivos Tropicales*, 2, 59-65.

Gigato, A. (2015). *Identificación de las razas de maíz (Zea mays, L.) existentes en el municipio La Palma*. Tesis de grado inédita. Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Guía para la Documentación de Recursos Genéticos (IBPGR). (2001). Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, México City International Board for Plant. *Genetic Resource*, p.261. Rome, Italy.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Lafitte, H. R. (2001). Estreses abióticos que afectan al maíz. En: El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. *Colección FAO: Producción y protección vegetal*, 28. Roma, Italia: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.

MacCann, J. C. (2005). *Maize and Grace: Africa's Encounter with a New World Crop*. Massachusetts: Harvard University Press-Cambridge.

Morris, M. (2002). *Impacts of International Maize Breeding in Developing Countries, 1966-1998*. México, D.F.: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz (CIMMYT).

Paliwal, R. et al. (2001). El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. *Colección FAO: Producción y protección vegetal*, 28. Roma, Italia: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.

Tester, M., & Langridge, P. (2010). Breeding Technologies to Increase Crop Production in a Changing World. *Science*, 327, 818-822.

Valentinuz O., Schmidt, N., & Salcedo A. (2010). Ajuste reproductivo del maíz (*Zea mays*, Lin.) ante cambios en el canopeo post floración. *Actualización Técnica-Maíz, Girasol y Sorgo*, 2, 57-59

Vázquez, L. L. (2009). Una visión entomológica de la introducción del maíz transgénico fr-bt1 en Cuba. En: F. R. Funes-Monzote y E. F. Freyre Roach Compil. *Transgénicos. ¿Qué se gana? ¿Qué se pierde? Texto para un debate en Cuba* (p. 321). Recuperado de <https://lahistoriadeldiablo.wordpress.com/2010/06/01/transgenicos-que-se-gana-que-se-pierde-textos-para-un-debate-en-cuba-libro-pdf/>