

Potencial de rendimiento y variabilidad del maíz nativo (*Zea mays* L.) rojo en suelos ácidos de baja fertilidad en Acayucan, Veracruz

Potential performance and native corn variability (*Zea mays* L.) red in soil fertility in low and acid Acayucan, Veracruz

Alvarado Gómez Luis Carlos¹✉, Eduardo Manuel Graillet Juárez¹, Marina Martínez Martínez¹, Ronnie de Jesús Arieta Román¹, José Antonio Fernández Figueroa¹

¹Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria. Universidad Veracruzana.

✉ Autor para correspondencia: luiscarlos510@hotmail.com

Recibido: 08/08/2016

Aceptado: 11/11/2016

RESUMEN

Los maíces nativos (*Zea mays* L.) pigmentados, han tomado importancia, debido a sus interesantes propiedades nutraceuticas, además de son alternativa de un cultivo con un valor agregado para la industria, por estas razones, se realizó un ensayo con un maíz nativo rojo, en suelos ácidos y de baja fertilidad, del sur de Veracruz, con el objetivo de evaluar su comportamiento en esas condiciones y determinar su potencial productivo. Se utilizó un diseño experimental de bloque completos al azar, con cuatro repeticiones y dos tratamientos, T1 = plantas promedio, representativas de la población y T2= plantas superiores, con características deseables para alto rendimiento. Se utilizó la técnica del Análisis de Varianza y la comparación de medias por Tukey 0.05. Los resultados mostraron una alta variabilidad en crecimiento y rendimiento por planta, Sin embargo los rendimientos por ha fueron satisfactorios, 3,490 y 6,514 kg ha⁻¹, para las plantas promedio y las plantas superiores, respectivamente. Esto pone en evidencia su alto potencial genético, ya que estos rendimientos se obtuvieron, en condiciones adversas de suelos ácidos y de baja fertilidad y la presencia de una severa sequía, atípica, que se presentó en ese ciclo de cultivo.

Palabras clave: Maíz, suelo rojo, fertilidad.

ABSTRACT

The native maize (*Zea mays* L.) pigmented, have taken importance, due to its interesting nutraceutical properties, besides being an alternative of a crop with an added value for the industry, for these reasons, a test with a native red maize, In acid and low fertility soils of southern Veracruz, with the objective of evaluating their behavior under these conditions and determining their productive potential. A randomized complete block experimental design with four replications and

two treatments, T1 = average plants, representative of the population and T2 = upper plants, with desirable characteristics for high yield, was used. We used the technique of Analysis of Variance and the comparison of means by Tukey 0.05. The results showed a high variability in growth and yield per plant. However yields per ha were satisfactory, 3,490 and 6,514 kg ha⁻¹, for the average plants and the higher plants, respectively. This demonstrates its high genetic potential, as these yields were obtained under adverse conditions of acid soils and low fertility and the presence of a severe, atypical drought that occurred in that crop cycle.

Keywords: Corn, red soil, fertility.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un país se centra en el crecimiento de la producción agropecuaria y para ello se requiere de un programa de investigación que genere continuamente nuevas técnicas y nuevos sistemas de producción. La gran variedad física, económica y cultural de la agricultura en nuestro país requiere del desarrollo de estudios a nivel regional. La ausencia de investigación adecuada a las condiciones de la mayoría de los productores, ha contribuido a la ociosidad, desperdicio de recursos, degradación del medio natural, marginación y pobreza, es necesario por tanto, generar tecnologías adecuadas a los escasos recursos de capital y a las adversas condiciones físico-productivas, aún y cuando se disponga de poca tierra, no se acceda al crédito y a los insumos modernos, no se tengan tractores ni se disponga de sistemas de riego, ya esta, lamentablemente, es la adversa realidad de la inmensa mayoría de los agricultores de nuestro país (Zepeda y Lacki., 2003). Se sugiere que se enfatice en las tecnologías de proceso y no en las de producto; en las que requieren de insumos intelectuales y no tanto en las que ocupan insumos materiales; en las tecnologías biológicas (mejoramiento genético para obtener variedades adecuadas a condiciones adversas, el cultivo de especies que tengan un valor agregado, uso de biofertilizantes, etc.) y no tanto en tecnologías químicas y mecánicas de sistemas globales diversificados. Una alternativa, Es aprovechar la diversidad genética de los cultivos y utilizar la biodiversidad nativa que tenemos. Para un

mejor aprovechamiento de la diversidad genética existente, una caracterización genotípica debe de ir ligada a una evaluación fenotípica dirigida a caracteres de interés, lo que permitiría identificar el germoplasma nativo con gran potencial por poseer alelos favorables para condiciones adversas (González-Castro *et al.*, 2013). Recientemente se ha incrementado el número de reportes que avalan, las importantes propiedades nutraceuticas de los maíces pigmentados, altos contenidos de esteroides, carotenos, fibra dietética, y antocianinas compuestos involucrados en la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes o las asociadas al estrés oxidativo y ayudan a bajar los niveles de azúcar o colesterol (Guerrero-Villanueva *et al.*, 2012; Salinas-Moreno *et al.*, 2012; Castañeda-Sánchez *et al.*, 2011). Las antocianinas son pigmentos naturales responsables de los colores azul, rojo, morado y amarillo, en el grano de maíz, hay estudios que estas sustancias, tienen potentes antioxidantes, con propiedades anticancerígenas y proteger el ADN, de los daños de los radicales libres, sin embargo no hay mucha claridad en cuanto sus contenidos en el maíz ya nixtamalizado (D. Wang, Y. Ma *et al.*, 2015). Salinas Moreno *et al.* (2005) al caracterizar cuatro maíces nativos, establecieron que Los perfiles cromatográficos de antocianinas en los núcleos de las cuatro muestras analizadas fueron similares, variando sólo la proporción de cada antocianina. Inclusive, desde hace años se tiene un trabajo sobre el control genético de las antocianinas en maíz (Taylor, L.P. y Brings, W. R., 1990).

Es por eso que el objetivo de este estudio, fue evaluar el maíz nativo (*Zea mays* L.) rojo-azul en condiciones de manejo agronómico, en suelos ácidos y de baja fertilidad en el sur de Veracruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en terrenos de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria de la Universidad Veracruzana, en el municipio de Acayucan Veracruz, ubicada en las coordenadas geográficas 17° 55' Latitud Norte y los 96° 50' Longitud Oeste, a una altura de 120 msnm. El clima de la región de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García, (1987) es: AW2'' (i') g, cálido húmedo, con una temperatura promedio 26 °C y precipitación pluvial media anual de 1107 mm. Suelos Luvisoles, arenoarcillosos, de baja fertilidad y pH de 4.9. Se utilizó semilla de un maíz nativo de color rojo-azul, traído del municipio de San Pedro Soteapan, Veracruz.

Se utilizó un diseño experimental de bloque completos al azar, con cuatro repeticiones y dos tratamientos, T1= plantas promedio, representativas de la población y T2= plantas superiores, con características deseables para alto rendimiento. Un Análisis de varianza y la comparación de medias por el método de Tukey 0.05. La siembra se realizó el 24 de junio del 2015, se realizó a espeque, con una distancia entre surcos de 80 cm y entre plantas de 40 cm, dos plantas por mata, para una densidad de siembra de 62,500 plantas por ha. Para la fertilización se utilizó la fórmula 140-60-30, kilogramos de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente, todo el fosforo, todo el potasio y la mitad del nitrógeno, al momento de la siembra y la otra mitad del nitrógeno 30 días después de la siembra. La unidad experimental estuvo constituida por 10 surcos de 10 m de largo, se

marcaron con cintas de colores 10 plantas de cada unidad experimental. En la etapa vegetativa, se tomaron datos de, altura de planta, diámetro de tallo, altura de la mazorca, largo y ancho de la hoja de la mazorca y una estimación del área foliar. Se tuvo un severo ataque de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), para su control se utilizó el insecticida Palgus ® en dosis de 75 ml ha⁻¹. Una sequía extrema, durante el ciclo del cultivo. No hubo enfermedades, de importancia que requirieran control químico. Al momento de la cosecha, las variables analizadas fueron, largo de mazorca, perímetro de mazorca, número de hileras, número de granos por hilera, longitud si llenado de grano, peso de olote, peso de grano por mazorca y una estimación del rendimiento de grano por ha, ajustado al 14 % de humedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones principales de este cultivo, fueron el establecimiento del cultivo en suelos con un alto contenido de arena (%), de baja fertilidad y con un pH de 4.9, adicionalmente durante la estación de cultivo, se presentó una extrema sequía, condiciones que les permitieron a las plantas, expresar su potencial genético, para condiciones adversas.

Las plantas seleccionadas (T2) tuvieron una altura menor en un 22 % que las plantas promedio, esta es una característica deseable, ya que, las plantas de menor altura, son más tolerantes al acame y permite el manejo de mayores densidades de siembra. Para la variable diámetro de tallo, se logró identificar plantas con tallos un 53 %, más gruesos que las plantas promedio (T1), las cuales fueron seleccionadas. En relación al largo y ancho, de la hoja de la mazorca, las plantas seleccionadas solo superan en un 5% y 3%, respectivamente a las plantas promedio (Cuadro 1) y (Figura 1)

Cuadro 1. Comparación de medidas para las variables de la etapa de floración del experimento “Potencial de rendimientos y variabilidad del maíz nativo rojo (*Zea mays* L.) en suelos ácidos de baja fertilidad en Acayucan, Veracruz”.

Tratamiento	Diámetro (cm)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Numero de hojas	Largo de hoja (cm)	Ancho de hoja (cm)
Plantas promedio	5.64 b	3.26 a	1.49 a	18 a	93.8 a	8.22 a ¹
Plantas élite	8.65 a	2.68 b	1.21 b	18 a	98.8 a	8.45 a

¹ Letras iguales entre tratamientos, indican que no hay diferencia estadística



Figura 1. Variabilidad del maíz nativo rojo (*Zea mays* L.) y plantas élite del experimento “Potencial de rendimiento y variabilidad del maíz nativo rojo en suelos ácidos de baja fertilidad en Acayucan, Veracruz.

En la etapa de cosecha, se analizaron las variables, largo y perímetro de mazorca, número de hileras, número de granos por hilera, longitud sin polinizar, peso de olote, peso de grano y rendimiento por hectárea.

Las plantas seleccionadas, tuvieron, largo y ancho de mazorca, granos por hilera y

longitud sin polinizar mayores, que las plantas promedio y finalmente, para el peso de olote y rendimiento de grano, las plantas seleccionadas, tuvieron un 20 % menos y un 87 % más, respectivamente, en comparación con las plantas promedio (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias para las variables de la etapa de cosecha, del experimento “Potencial de rendimientos y variabilidad del maíz nativo rojo (*Zea mays* L.), en suelos ácidos de baja fertilidad en Acayucan, Veracruz”.

Tratamiento	Longitud de mazorca (cm)	Perímetro de mazorca (cm)	Numero de hileras	Granos por hilera	Peso de olote (g)	Peso de grano (g)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
Plantas promedio	17.5 b	13.5	14 a ¹	35 b	29.8 a	69.8 b	3,490 b
Plantas elite	21.4 a	15.9 a	14 a	42.3 a	24.8 b	130.3 a	6,514 a

¹ Letras iguales entre tratamientos, indican que no hay diferencia estadística.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran una alta variabilidad en crecimiento y rendimiento por planta, de este maíz nativo, Sin embargo los rendimientos por ha fueron satisfactorios, 3,490 y 6,514 kg ha⁻¹, para las plantas promedio y las plantas superiores, respectivamente. Esto pone en evidencia su alto potencial genético, ya que estos rendimientos se obtuvieron, en condiciones adversas de suelos ácidos y de baja fertilidad y la presencia de una severa sequía, atípica, que se presentó en ese ciclo de cultivo.

LITERATURA CITADA

Castañeda-Sánchez, A. 2011. Propiedades nutricionales y antioxidantes del maíz azul (*Zea mays* L.). Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. 5 (2): 75-83.

D. Wang, Y. Ma; P.P. Liu; C. Zhang; X.Y. Zhao. 2015. Changes in Content and Component of Purple Corn (*Zea mays* L.) Anthocyanin during the Extraction and Preparation. International Conference on Power Electronics and Energy Engineering. (325-327). <https://doi.org/10.2991/peee-15.2015.89>

González-Castro, M. E.; Palacios-Rojas N.; Espinoza-Banda, A.; Bedoya-Salazar, C. A. 2013. Diversidad genética de maíces nativos

tropicales. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 36 Supl. 3-A: 329 - 338. <https://doi.org/10.35196/rfm.2013.3-S3-A.32>

Guerrero-Villanueva, M. G.; Loarca-Piña, G. F.; Mendoza-Díaz, S.O.; Ramos-Gómez, M.; Reinoso-Camacho, R.; Figueroa-Cárdenas, J. D. D. 2012. Efecto del Consumo de tortilla de maíz pigmentado (*Zea mays* L.) (*Zea mays* L) en indicadores de riesgo de cáncer de colon. Revista Electrónica de Divulgación de la Investigación. Volumen 2.

Salinas-Moreno, Y; Salas-Sánchez, G.; Rubio-Hernández, D; Ramos-Lobato N. 2005. Characterization of Anthocyanin Extracts from Maize Kernels. Journal of Chromatographic Science, Vol. 43. 483 – 487. <https://doi.org/10.1093/chromsci/43.9.483>

Salinas-Moreno, Y.; Cruz-Chávez, F. J.; Díaz-Ortiz, S. A.; Castillo-González, F. 2012. Granos de maíces pigmentados de Chiapas, características físicas, contenido de antocianinas y valor nutracéutico. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 35 (1): 33 - 41. <https://doi.org/10.35196/rfm.2012.1.33>

Taylor, L.P. y Brings, W. R., 1990. Genetic Regulation and Photocontrol of Anthocyanin Accumulation in Maize Seedlings. The Plant Cell, Vol. 2: 115 - 127. <https://doi.org/10.1105/tpc.2.2.115>

Copyright (c) 2016 Luis Carlos Alvarado Gómez, Eduardo Manuel Graillet Juárez, Marina Martínez Martínez,

Romnie de Jesús Arieta Román, José Antonio Fernández Figueroa



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](#).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)