

Evaluación de parámetros fisiológicos y físicos de dos variedades criollas de maíz de la región Selva de Chiapas

Mario Santos Ríos Camey¹²
Thelma Lucía Rosado Zarrabal
Hair Samayoa Briones
Irene Micelli Méndez

Resumen

En este estudio se caracterizó fisiológicamente el grano de dos variedades criollas de maíz (*Zea mays L.*), amarillo/morado colectadas en la Región Selva de Chiapas, una colecta fue en la Región Sibacá–Ocosingo en la Plataforma de Investigación en Agricultura de Conservación Ocosingo, y la otra colecta fue en la Región Productora de Altamirano–San Quintín, Chiapas, esta última colecta fue con el propósito de realizar la comparación de la calidad de grano en los dos sistemas de producción.

Las variables fisiológicas fueron: germinación y viabilidad, en cuanto a componentes estructurales tamaño de grano, índice de flotación, peso de 100 granos, porcentajes de endospermo, pericarpio y germen. El diseño experimental empleado fue un completamente al azar con tres repeticiones para cada variable de respuesta y se realizó un análisis es-

¹² Universidad Tecnológica de la Selva. División Agroalimentaria. km 0.5 Carretera Ocosingo–Altamirano, Ocosingo Chiapas, C.P. 29950. *Autor responsable m_9mx@hotmail.com

tadístico de varianza y comparación de medias utilizando la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Los resultados mostraron que en las variables estudiadas si hubo diferencia significativa entre las muestras de la plataforma y la de agricultura tradicional, principalmente para el maíz morado en relación a viabilidad (94%), esto puede deberse a varios factores como la variedad genética y manejo del sistema de producción, ya que no son controlables en una agricultura tradicional. Estos resultados indican que son una alternativa viable para mejorar la calidad nutricional de las tortillas, además de adicionarle un valor agregado ya que pueden utilizarse para botanas, así como también una buena opción para la alimentación del ganado.

Palabras clave: Caracterización; maíces pigmentados; viabilidad, *Zea mays*.

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) constituye la base de la alimentación de la población mexicana, que lo consume principalmente en forma de tortilla. La elaboración de tortillas demanda características específicas de la materia prima, por lo que es necesario evaluarlas en el grano como primera parte, para determinar si los granos cumplen con las especificaciones requeridas por las industrias de la harina nixtamalizada, de la masa y de la tortilla.

El término maíz criollo se utiliza para denotar variedades de maíz (*Zea mays* L.) nativas a una comunidad, región o estado, y tales variedades están conformadas por poblaciones heterogéneas de plantas, las cuales son diferenciadas por los agricultores por su color, textura, forma del grano, forma de la mazorca, ciclo de cultivo y uso. Estos materiales genéticos han sido desarrollados por los agricultores a través de múltiples ciclos de selección empírica, y los conservan y manejan bajo un esquema de agricultura tradicional con un complejo sistema de intercambio de semillas (Aragón *et al.*, 2006).

Los maíces criollos, además de ser parte del patrimonio biocultural que México ha regalado al mundo, son el sustento de miles de familias

en zonas rurales. Los usos especiales de las razas nativas de maíz en la alimentación están relacionadas con características únicas que las hacen insustituibles para preparar una gran variedad de platillos tradicionales (Fernández *et al.*, 2013).

En el estado de Chiapas cerca del 90 % de la superficie cultivada de maíz se siembra con maíces criollos de diferentes razas, colores, texturas y ciclos de cultivo. En la Región Selva de Chiapas se ha encontrado una diversidad de colores de grano: blanco, amarillo, azul-morado y rojo. Aunque la utilización de genotipos de grano blanco es mayor por la disponibilidad de variedades y hábitos de consumo, un sector de la población prefiere productos nixtamalizados derivados de maíces de otros colores, sin embargo, hay pocos estudios sobre su calidad y potencial que pueden aportar.

El objetivo de esta investigación fue determinar los parámetros fisiológicos y componentes estructurales de dos variedades criollas de maíces de la Región Selva de Chiapas comparados en dos sistemas de producción para la evaluación de la calidad del grano.

Materiales y métodos

Se utilizaron dos genotipos criollos de maíz de la Región Selva de Chiapas: color amarillo y morado. Para realizar la evaluación se utilizaron 2 kg de semilla de cada uno de los genotipos, provenientes de la siembra realizada en el ciclo primavera-verano 2017, una colecta fue en la Región Sibacá-Ocosingo en la Plataforma de Investigación en Agricultura de Conservación Ocosingo, denominada Rancho la Peña, y la otra colecta fue en la Región de Altamirano-San Quintín, Chiapas donde se practica la agricultura tradicional.

Características fisiológicas de los granos

Para la prueba de viabilidad se tomaron 100 semillas por genotipo, y se escarificaron manualmente. Se sumergieron en agua destilada por 2 h. Después se colocaron en cajas petri, agregándole de cuatro a cinco gotas de Tetrazolio diluído al 1 % p/v. se cubrió con papel aluminio y

se llevó a incubación a temperatura ambiente (25 ± 2 °C) por 12 horas. Después se eliminó el tetrazolio con agua destilada, y se identificaron las semillas teñidas de color rojo o de rosa. La prueba de germinación fue en papel cortado a un tamaño suficiente para que sostuviera una repetición de las semillas. Se rotuló el papel en un extremo con el número de la accesión, el número de repetición y la fecha de la prueba y se utilizó la metodología de las Normas para Bancos de Genes (Kameswara *et al.*, 2007) donde se recomiendan usar mínimo dos repeticiones de 100 semillas cada una.

Características físicas de los granos

Las características físicas se determinaron por triplicado en granos de cada uno de los genotipos evaluados. Las cuales fueron: largo, ancho y grosor de grano, peso de 100 granos, e índice de flotación de grano. El largo, ancho y grosor de grano se determinó en mm con un vernier digital en muestras de 10 granos tomados al azar. Para determinar el peso de los granos se pesaron 100 granos obtenidos al azar de cada genotipo, en una balanza analítica Sartorius Básica con sensibilidad de 0.001 g. El índice de flotación se evaluó utilizando una solución de nitrato de sodio a temperatura ambiente con una gravedad específica de 1.275.

Características estructurales de los granos

Se llevó a cabo de acuerdo a lo descrito por Salinas y Vázquez (2006). Se tomaron 25 granos al azar para cada una de las colectas, los cuales se remojaron en agua (70-80 °C) durante 15 minutos y con la ayuda de un bisturí se separaron cada uno de los componentes del grano (pericarpio, germen y endospermo), las cuales se colocaron en cajas de aluminio o petri previamente llevadas a peso constante. Se tomó el peso de cada una de las fracciones y se colocaron en una estufa a (130 °C) por una hora para determinar la humedad y porcentaje.

Análisis estadístico

El diseño experimental empleado fue completamente al azar con tres repeticiones para cada variable de respuesta. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una comparación de medias, utilizando la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico R versión 3.3.1.

Resultados y discusión

Características físicas del grano

Tabla 1. Características físicas del grano de maíces criollos

Variedad	L (cm)	ACH (cm)	G (cm)	PCG (g)	IF (%)
C. Amarillo	0.836 ^a	0.837 ^a	0.406 ^a	32.064 ^a	22.4 ^a
C. Morado	0.877 ^a	0.772 ^a	0.391 ^a	28.372 ^b	22.2 ^a
T. Amarillo	1.013 ^b	1.012 ^b	0.548 ^b	38.140 ^c	15.8 ^a
T. Morado	1.053 ^b	0.982 ^b	0.454 ^a	36.220 ^d	17.8 ^a

Las medias con letras iguales en cada columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). L =largo; A= Ancho; G=Grosor; PCG= peso de cien granos; IF= índice de flotación;

C. Amarillo y C. Morado= Criollos colectados en la plataforma de agricultura de conservación

T. Amarillo y T. Morado= Criollos colectados en agricultura tradicional.

Se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en el largo y ancho de los granos colectados en los dos sistemas de producción, siendo diferentes los de la Región de Altamirano–San Quintín, agricultura tradicional (AT) (cuadro 1). Sin embargo todos los genotipos oscilaron dentro del intervalo desde 0.83 hasta 1.05 cm de largo, y el ancho desde 0.77 hasta 1.01 cm, valores similares a lo reportado por Arámbula *et al.* (2001) donde obtuvieron longitudes de 0.8 a 1.2 cm por lo que se

podrían clasificar como maíces semicristalinos, y por esa característica pueden ser los más utilizados para la producción de tortilla.

El índice de flotación mostró que las variedades criollas con valor más bajo fue la colectada del sistema de agricultura tradicional (AT) (15–17%) y esto está relacionado con el peso de 100 granos que fue mayor (36–38%) (cuadro 1), a los criollos colectados en el sistema de producción de agricultura de conservación (AC) (28–32%) y que fueron de menor tamaño, sin embargo este menor tamaño favorece la hidratación del grano durante la nixtamalización. Estas variables también indican que se tratan de maíces criollos de grano duro y que son genotipos con características similares a los de la Raza Comiteca de Chiapas reportado por Coutiño *et al.* (2008), maíces que son considerados de buena calidad del estado.

Características fisiológicas del grano

Tabla 2. Características fisiológicas del grano de maíces criollos

Variedad	GR (%)	VA (%)
C. Amarillo	82.5 ^a	97.0 ^a
C. Morado	87.5 ^a	94.0 ^a
T. Amarillo	88.5 ^a	94.0 ^a
T. Morado	83.0 ^a	85.0 ^b

Las medias con letras iguales en cada columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

GR=Germinación, VA = Viabilidad.

Para las pruebas de viabilidad y germinación se observó que no mostraron diferencia significativa. La germinación osciló dentro del rango de un 82 y 88 % y la viabilidad estuvo entre 94 y 97 %, excepto el criollo morado (cuadro 2), pero puede ser por algún mal manejo en la agricultura tradicional (AT), en general se consideran que los maíces criollos de la Región Selva cuentan con un índice alto de viabilidad y de germinación, lo que daría certeza a los productores de tener semillas vivas y

que pueden llegar a convertirse en plantas capaces de reproducirse en condiciones de campo adecuadas para obtener un alto rendimiento por hectárea.

Características estructurales y químicas del grano

Tabla 3. Características estructurales y químicas del grano de maíces criollos

Variedad	E (%)	P (%)	GE (%)	H (%)
C. Amarillo	83.16 ^a	4.14 ^a	12.70 ^a	12.29 ^a
C. Morado	84.21 ^a	4.98 ^a	10.80 ^b	12.30 ^a
T. Amarillo	83.86 ^a	3.83 ^a	12.31 ^a	13.63 ^b
T. Morado	80.83 ^a	4.28 ^a	13.90 ^a	13.31 ^b

Las medias con letras iguales en cada columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). E=endospermo; P= pericarpio; GE= germen; H= Humedad.

En este aspecto no se detectó diferencia estadística entre los maíces criollos analizados a los parámetros de endospermo, pericarpio y germen, excepto del maíz morado en el contenido de germen; sin embargo, su diferencia se le atribuye a que podría ser por la variedad genética que se tiene en la agricultura tradicional. Las proporciones del pericarpio, germen y endospermo están en función del uso final al que se destine el grano.

La industria de la harina instantánea de maíz nixtamalizado requiere granos con 80 % de endospermo, de modo que todos los maíces evaluados en este estudio cumplen con tal requisito ya que tuvieron desde 80 hasta 84%. (cuadro 3), además esta industria requiere maíces con un máximo de 5.5% de pericarpio, por lo que los genotipos criollos también cumplen con este requerimiento. Sin embargo, también estos genotipos se pueden utilizar para los industriales de la masa y la tortilla, ya que no se tiene establecido un valor para esta estructura, con la ventaja de que el pericarpio proporciona mayor cantidad de hidrocoloides convenientes para la textura de la tortilla como lo reporta Vázquez *et al.* (2003).

Se conoce que la industria aceitera prefiere granos con la mayor cantidad de germen, ya que eso aumentaría sus rendimientos (Cruz-Requena *et al.*, 2011). Por el contrario, en la industria del almidón un alto contenido de germen tiene un efecto negativo sobre el rendimiento de harina, debido a que tanto el pericarpio como el germen del grano se remueven; por tanto, para la industria del almidón los maíces con alto contenido de germen o de pericarpio no son adecuados (Lin *et al.*, 2002)., Los valores de germen de los criollos evaluados estuvieron entre 10 y 13% por lo que se reitera a su principal uso para la industria de la masa-tortilla y para harina de maíz nixtamalizado.

Conclusiones

Los maíces criollos amarillo y morado colectados en los dos sistemas de producción resultaron apropiados para la industria tradicional de la masa-tortilla y la de harina de maíz nixtamalizado, sobre todo aquellos que fueron colectados en AC, ya que presentaron granos homogéneos de características estructurales y fisicoquímicas deseables para esas industrias. Se encontró diferencia entre los dos sistemas de producción para el maíz criollo morado en relación a viabilidad, sin embargo, se considera que podría ser por varios factores como la variedad genética y manejo del sistema de producción, ya que no son controlables en una agricultura tradicional. Los maíces criollos colectados obtuvieron valores muy similares a los de la Raza Comiteca, Chiapas, el cual es considerado como uno de los genotipos más representativos del estado de Chiapas.

Referencias

- AACC (2000) Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th ed. Method 14-30, final approved 1983; Method 84-10, final approved 1976, Method 30-10, final approved 1989. Association of Cereal Chemists, St Paul, MN. USA.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists, (1984) Official Methods of Analysis. 14th ed. St. Paul, MN.

- Aragón C. F., S. Taba, J. M., Hernández C. J. D., Figueroa C. V., Serrano A. F. H y Castro G. (2006) Catálogo de Maíces Criollos de Oaxaca. INIFAP-SAGARPA. Libro Técnico No. 6. Oaxaca, México. 344 p.
- Aragón C F., J D C Figueroa., M Flores Z., M Gaytán M y M J J Véles. (2012). Calidad Industrial de Maíces Nativos de la Sierra Sur de Oaxaca. Libro Técnico No. 15. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Santo Domingo Barrio Bajo, Etna, Oaxaca, México. 249 p.
- Arámbula, V.G., L. Barrón A., J. González-Hernández, E. Moreno M. y G. Luna B. (2001). Efecto del tiempo de cocimiento y reposo del grano de maíz (*Zea mays* L.) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas, reológicas, estructurales y texturales del grano, masa y tortilla de maíz. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 51: 187-194.
- Coutiño Estrada B., Vazquez Carrillo G., Torres Morales B. y Salinas Moreno Y. (2008) Calidad de grano, tortillas y botanas de dos variedades de maíz de la Raza Comiteco. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 31 (Número Especial 3): 9 – 14.
- Cruz Requena M, R Rodríguez Herrera, C N Aguilar González, J Espinoza Velazquez, M Gaytán Martínez y J D Figueroa Cárdenas (2011) Alkaline cooking quality of polyembryonic and non-polyembryonic maize populations. *Adv. J. Food. Sci. Technol.* 3:259-268.
- Fernández S. R., Morales C. L.A., y Amanda Gálvez M. A. (2013). Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. *Revista Fitotecnia Mexicana.* Vol. 36:275-283.
- Food and Agriculture Organization, FAO (1992) *Maize in Human Nutrition.* Food and Nutrition. Series, No. 25. Rome, Italia. 161 p.
- Kameswara Rao, Jean Hanson, M. Ehsan Dulloo, Kakoli Ghosh, David Nowell y Michael Larinde. (2007). Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. *Manuales para Bancos de Germoplasma* No. 8. Bioversity International, Roma, Italia.
- Lin Y P, A Aboubacar, B E Zehr y B R Hamaker (2002) Corn dry-milled grit and flour fractions exhibit differences in amylopectin fine structure and gel texture. *Cereal Chem.* 79:354-358.

- Salinas M., Y., y G. Vázquez C. (2006). Metodologías de análisis de calidad nixtamalera y tortillera en maíz. INIFAP. Campo Experimental Valle de México, Chapingo, México. Folleto Técnico No. 24. 91 p.
- Vázquez C. M. G. L., Guzmán B. J. L., Andrés G. F., Márquez S. J, y Castillo M. (2003) Calidad de grano y tortilla de maíces criollos y sus retrocruzas. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 26:231-238.
- Watson, S.A. (2003). Description, development, structure, and composition of the corn kernel. Chapter 3, 12. En: White P.J. y Johnson L.A. (eds.). Corn: Chemistry and Technology. Second ed. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul Minnesota, USA. pp: 69-106.

