

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Caracterización Morfológica de Veinte Poblaciones de Maíz de la Raza Ratón del  
Estado de Nuevo León

Por:

**JOEL RODRIGO LÓPEZ MÉNDEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Abril, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Caracterización Morfológica de Veinte Poblaciones de Maíz de la Raza Ratón del  
Estado de Nuevo León

Por:

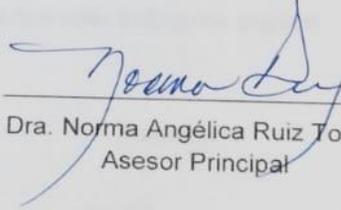
**JOEL RODRIGO LÓPEZ MÉNDEZ**

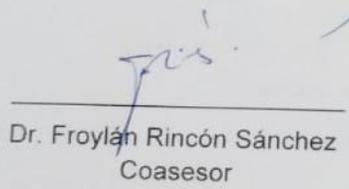
TESIS

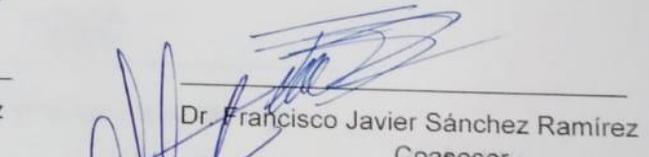
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

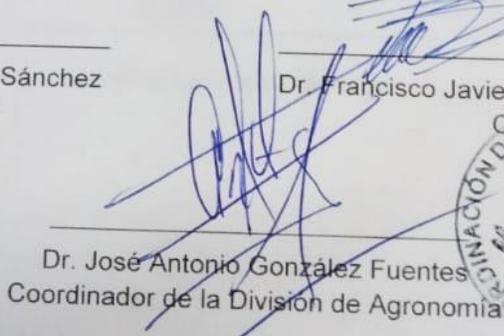
**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

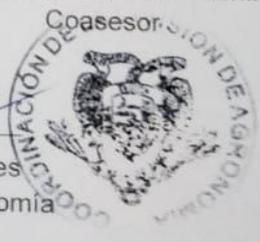
Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Dra. Norma Angélica Ruiz Torres  
Asesor Principal

  
Dr. Froylán Rincón Sánchez  
Coasesor

  
Dr. Francisco Javier Sánchez Ramírez  
Coasesor

  
Dr. José Antonio González Fuentes  
Coordinador de la División de Agronomía



Buenvista, Saltillo, Coahuila, México  
Abril, 2022

### Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



---

Joel Rodrigo López Méndez

## DEDICATORIA

**A MIS PADRES:** *con el cariño y con todo el amor, para esas dos personas más importantes en mi vida, quienes sin estimar esfuerzos alguno han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme GRACIAS.*

### **Luis López López**

*Por ser el pilar más grande, por el claro ejemplo de perseverancia, respeto y sencillez que me has inculcado, por tu confianza y entrega para sacarnos a mis hermanas y a mí siempre adelante, este logro también es tuyo.*

### **Irma Méndez Jiménez**

*A ti mama por siempre creer en mí y en mis expectativas, la que nunca me puso un pero para apoyarme, por tus consejos, tus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien. Te dedico este logro que es también tuyo porque siempre me has acompañado en todo el camino, porque en ti encuentro las fuerzas para levantarme en cada tropiezo, infinitas gracias por tu entrega total.*

## A MIS HERMANAS

**Éricelda Guadalupe López Méndez:** *por apoyarme cuando comencé mis estudios y acompañarme en esas tardes de soledad.*

**Gladis Jazmín López Méndez:** *por apoyarme, por tus consejos, por motivarme para seguir adelante con mis estudios, ustedes son una parte esencial en mi vida junto con tu hija la hermosa Thuany Alexa, gracias por estar conmigo siempre, este logro también son de ustedes.*

## A MIS ABUELOS

### **Eliseo López Hernández (†) y Dolores López Pérez (†)**

*Gracias por sus grandes ejemplos y consejos que me brindaron en la vida, por los momentos vividos, por todo el cariño y apoyo.*

### **Raúl Méndez Hernández y Bernandina Jiménez López**

*Muchas gracias por sus motivaciones, consejos para seguir estudiando, por el apoyo incondicional que me brindaron durante toda mi vida. Los quiero y los admiro mucho por todo lo que han logrado.*

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS:** *por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida, por acompañarme, por guiarme por buen camino para lograr mis objetivos y por brindarme sabiduría.*

### **A MIS PADRES**

**Luis López López e Irma Méndez Jiménez**

*Por brindarme su amor incondicional y su apoyo durante todas las etapas de este logro, por alentarme a luchar por mis sueños, por haberme inculcado los valores, por darme la oportunidad de recibir una excelente educación en el transcurso de mi vida y por ser un ejemplo a seguir.*

**A mi “Alma Mater” la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.** *Por haberme abierto las puertas de sus instalaciones, cobijarme durante mi estancia en ella y darme la oportunidad de formarme profesionalmente. ¡Buitres por siempre!*

**A la Dra. Norma Angélica Ruiz Torres.** *Mi más grande agradecimiento por darme la oportunidad, por la confianza de realizar este trabajo de investigación, por sus consejos, por el tiempo y su paciencia que me dedico y así concluir con una etapa de mis estudios profesionales.*

Muy agradecido por todo el apoyo brindado.

**A la Dra. Diana Jasso Cantú.** *Por ser mí tutora, en todo mi proceso como profesionista, por sus consejos, por alentarme a seguir mis estudios y por todo el apoyo que me brindo.*

**A mis maestros.** *Por brindarme sus conocimientos durante toda la carrera, y por las motivarme a terminar con mis estudios.*

**A mis amigos.** *Por todos los momentos vividos, por el apoyo, por la amistad, y por motivarme a no dejar la carrera, todos ustedes formaron parte de una maravillosa experiencia.*

## ÍNDICE GENERAL

Introducción.....	1
Objetivo general .....	3
Hipótesis .....	3
Revisión de literatura .....	4
Importancia de maíz en México .....	4
Diversidad genética .....	5
Variabilidad morfológica.....	6
Diversidad del maíz nativo .....	6
Maíces nativos en Coahuila.....	7
Maíces nativos de Nuevo León .....	8
Descripción varietal .....	9
Materiales y métodos.....	10
Material genético.....	10
Ubicación del experimento.....	10
Caracterización morfológica de la mazorca.....	10
Caracterización morfológica del grano .....	11
Diseño experimental .....	11
Análisis estadístico.....	12
Resultados y discusión .....	13
Conclusión .....	24
Bibliografía .....	25

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de descriptores de mazorcas de maíz de la Raza Ratón.....</b>	<b>14</b>
<b>Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza para descriptores de granos de maíz de la Raza Ratón.....</b>	<b>15</b>
<b>Cuadro 3. Comparación de medias de descriptores morfológicos evaluados en laboratorio en mazorcas de la Raza Ratón. ....</b>	<b>17</b>
<b>Cuadro 4. Comparación de medias de descriptores morfológicos evaluados en laboratorio en granos maíz de la Raza Ratón.....</b>	<b>19</b>
<b>Cuadro 5. Tipo de grano, forma de la mazorca, y disposición de las hileras, por población. ....</b>	<b>21</b>
<b>Cuadro 6. Coeficientes de correlación Pearson de los componentes morfológicos del maíz de la Raza Ratón.....</b>	<b>23</b>

## RESUMEN

El maíz es uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos y es una materia prima para la industria. Es un cultivo representativo de México por su importancia económica, social, y cultural. Los descriptores constituyen una herramienta para coleccionar y documentar la diversidad del maíz. El objetivo de este trabajo fue caracterizar morfológicamente a través de catorce descriptores, veinte poblaciones de maíz de la Raza Ratón, colectadas en el Estado de Nuevo León, y evaluadas en General Cepeda, Coahuila. La caracterización se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el Laboratorio del Centro de Conservación de Semillas Ortodoxas Región Norte, se determinó tipo de grano (TIPOG), forma de la mazorca (FMAZ), disposición de las hileras (DHIL), peso de la mazorca (PMAZ), peso de la semilla (PSEM), longitud de mazorca (LMAZ), número de hileras (HIL), granos por hilera (GHIL), diámetro de la mazorca (DMAZ), diámetro del olote (DOLO), longitud del grano (LG), ancho del grano (AG), espesor del grano (EG), y porcentaje de desgrane (DESG). Los datos se analizaron en un diseño completamente al azar, y se realizó una comparación de medias de rango múltiple (Tukey  $P \leq 0.05$ ). En cuanto a los descriptores cualitativos, el TIPOG se presentó dentado en las veinte poblaciones. Para FMAZ dominó la Cilíndrica (quince poblaciones), contra la Cónico-cilíndrica (cinco poblaciones). En DHIL, diez poblaciones presentaron disposición Regular y diez Irregular. Para los descriptores cuantitativos, se observaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para el número de hileras (HIL), y  $P \leq 0.01$  para los descriptores peso de la mazorca (PMAZ), diámetro de la mazorca (DMAZ), peso de la semilla (PSEM), diámetro de la mazorca (DOLO), longitud de grano (LG), ancho de grano (AG), espesor del grano (EG) y porcentaje de desgrane (DESG). De acuerdo con la comparación de medias, se observaron diferencias en PMAZ en un rango de 125.83 g (población 39) a 71.00 g (población 46), con una media de 95.31 g. Para DMAZ la población 39 obtuvo 44.22 mm, en comparación con la población 41 con 33.80 mm, y una media de 40.37 mm. En PSEM la población 39 tuvo 98.50 g, y la población 47 el de menor con 54.00 g, con un valor medio de 74.06 g. Para DOLO la población 38 presentó el mayor valor con 28.23

mm, comparado con la población 41 con 18.56 mm, con una media de 24.34 mm. En AG la población 52 mostró 9.06 mm, y la población 44 el menor con 7.56 mm, con una media de 8.25 mm. El mayor EG con 4.21 mm en la población 37, y el menor en la población 41 con 3.03 mm, con un promedio para este descriptor de 3.56 mm. En el DESG hubo mayor porcentaje (0.8296 %) en la población 41, y menor en la población 34 (0.6711 %), con una media de 0.7722 %. El descriptor HIL presentó diferencias la población 37 con 14.33 hileras, y la población 41 con 10.66, con una media de 12.65 hileras por mazorca. Los descriptores LMAZ, GHIL, y LG, con medias de 13.04 cm, 30.60 granos y 10.44 mm, respectivamente, no presentaron diferencias entre poblaciones. Correlaciones positivas y significativas se presentaron entre HIL y DMAZ ( $r = 0.5475^{**}$ ). GHIL con PMAZ ( $r=0.5509^{**}$ ), LMAZ ( $r = 0.7140$ ), y PSEM ( $r = 0.5850^{**}$ ). PMAZ se correlacionó positivamente con LMAZ ( $r = 0.6081$ ), DMAZ ( $r = 0.6357^{**}$ ), LG ( $r = 0.04811$ ) y AG ( $r = 0.3334^{**}$ ). El descriptor DMAZ con LG ( $r =0.5033^{**}$ ), PSEM ( $r = 0.5638^{**}$ ) y DOLO ( $r = 0.8134^{**}$ ), y LG con PSEM ( $r =0.5028^{**}$ ). Los resultados indican que existe variabilidad entre poblaciones de la Raza Ratón, y por lo tanto se ve reflejada la variación genética en los descriptores morfológicos evaluados.

Palabras clave: Descriptores morfológicos, variabilidad genética, Raza Ratón.

## INTRODUCCIÓN

El maíz es un cultivo representativo de México por su importancia económica, social y cultural, y son los pequeños productores los encargados, mayormente, de la siembra en su forma comercial, así como de las variedades nativas. Es uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos, a los animales, y es una materia prima para la industria.

Actualmente la producción agrícola está determinada por factores del medio físico, como relieve, suelo y clima; en este último se incluyen factores como temperatura y precipitación, que pueden ser determinantes en los rendimientos, principalmente en eventos extremos y atípicos (Ojeda–Bustamante *et al.*, 2011). El impacto simultáneo de la variabilidad natural del clima y el cambio climático en la actividad agrícola es un riesgo en la seguridad alimentaria (Velasco *et al.*, 2015). La diversidad genética que es la variación de las características hereditarias presentes en una población de la misma especie tiene un papel importante en afrontar el cambio climático, a través de sus genes de tolerancia a factores ambientales adversos. Con relación al estado de Coahuila, Rincón *et al.* (2010) indican que la diversidad de maíz, con base en los grupos raciales, está integrada por: Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Ratón, Tuxpeño y Tuxpeño Norteño. También mencionan que en Coahuila se han recolectado poblaciones nativas de maíz en 23 de los 38 municipios, desde los 248 msnm en el municipio de Jiménez, hasta los 2557 msnm en Mesa de las Tablas, Arteaga. Ratón es la raza más abundante y mayormente distribuida en todo Nuevo León, se localizó en las tres regiones del estado a altitudes que van desde los 197 msnm hasta los 2009 msnm. La raza que registró la menor distribución fue Tuxpeño Norteño, ya que se localizó tan solo una muestra en el municipio de Linares.

En el presente trabajo de investigación se realizó la caracterización morfológica de 20 poblaciones de la Raza Ratón recolectadas en el estado de Nuevo León, con base en caracteres de la mazorca, semillas y evaluadas en el Municipio de General

Cepeda, Coahuila. La caracterización se llevó a cabo en el Laboratorio del Centro de Conservación de Semillas Ortodoxas (Región Norte) (UAAAN-SAGARPA-SNICS).

## **OBJETIVO GENERAL**

Realizar la caracterización morfológica de veinte poblaciones de maíz de la Raza Ratón, recolectadas en el Estado de Nuevo León, con base en caracteres de la mazorca, y evaluada en General Cepeda, Coahuila, y determinar si existen diferencias estadísticas entre estas.

## **HIPÓTESIS**

Hi: Poblaciones de la Raza Ratón de maíz recolectadas en el Estado de Nuevo León y evaluadas en General Cepeda, Coahuila, presentan diferencias en descriptores morfológicos.

Ho: Poblaciones de la Raza Ratón de maíz recolectadas en el Estado de Nuevo León y evaluadas en General Cepeda, Coahuila, no presentan diferencias en descriptores morfológicos.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Importancia del maíz en México**

México es considerado como el centro de origen, dispersión y domesticación del maíz (*Zea mays* L.). A la fecha se han descrito 59 razas potencialmente diferentes (Ortega, 2003; Kato *et al.*, 2009). En el continente americano se han reportado unas 300 razas, la variación en México representa 22.7 % de la diversidad del maíz en el continente (Serratos, 2009). Esta diversidad se encuentra hasta el nivel de microrregiones, a la que Muñoz (2005) denomina patrón varietal, y se define como el conjunto de grupos de variedades de maíz, los estratos o niveles ambientales y las relaciones entre ellos.

El maíz es el alimento básico de millones de habitantes en el mundo (Cázares *et al.*, 2015), en especial en México (FIRA, 2015). El grano aporta 15 a 56 % de todas las calorías esenciales que necesita el ser humano.

El maíz se cultiva en México bajo diferentes condiciones agroclimáticas (desde el nivel del mar hasta altitudes superiores a los 2500 m), y bajo diversas condiciones de disponibilidad de humedad (secano o temporal y riego). A nivel nacional, la superficie sembrada de maíz para grano promedio anual, en el 2020, fue de 7.4 millones de ha, de las cuales el 79 % se cultiva bajo condiciones de temporal, con un rendimiento promedio nacional de 3.83 t ha<sup>-1</sup> (SAGARPA SIAP, 2020).

A nivel nacional e internacional, el cultivo de maíz es uno de los componentes más importantes del desarrollo de los campesinos (Dzib Aguilar *et al.*, 2016), que utilizan el término “maíz criollo” para denominar un material nativo de una región, comunidad, estado o país, y es lo que hace diferencia de un material extranjero, una variedad mejorada o un maíz híbrido (Oreamuno y Monge, 2018). Los maíces nativos, son materiales mejorados por los agricultores durante años, mediante selección empírica, los conservan y manejan año tras año en un múltiple sistema

de intercambio de semillas y con ello de genes (Sánchez-Hernández *et al.*, 2015). La variación morfológica y genética (Cervantes-Adame *et al.*, 2016) del maíz se ha dado a través de un procedimiento evolutivo continuo, que involucra la selección consciente o inconsciente del hombre, como del ambiente, y el flujo genético, lo cual ha permitido la adaptación del maíz a todos los sistemas de producción que se realizan en las diversas condiciones ambientales de la república mexicana (Preciado y Montes, 2011).

### **Diversidad genética**

Comúnmente cada población de maíz se diferencia de otro en precocidad, color de grano y usos. La semilla se siembra en un sitio específico de un nicho o microrregión y en un periodo particular, que depende de la temperatura, humedad del suelo, la altitud o del inicio de las lluvias. Se puede describir el patrón varietal con base en tres características básicas: color del grano, precocidad y otras características agronómicas, particularmente rendimiento de grano (Gil *et al.*, 2004). La diversidad de maíz se encuentra principalmente en regiones que imperan condiciones de temporal o seco y sistemas campesinos de producción (Herrera *et al.*, 2000), los agricultores generalmente disponen de varias variedades nativas adaptadas a su ambiente (Aceves *et al.*, 2002).

Algunas ventajas de los maíces nativos sobre los mejorados son la rápida adaptación a las condiciones climáticas locales, estabilidad a la variabilidad climática y resistencia a plagas y enfermedades (Fernández-Suárez *et al.*, 2013)

Existen antecedentes de análisis de la diversidad genética mediante la utilización de marcadores moleculares. En América Latina y El Caribe se evaluaron 194 poblaciones correspondientes a 131 razas de maíces locales empleando 28 marcadores SSR; los agrupamientos resultantes corresponden a las regiones de México, tierras bajas de Mesoamérica y Los Andes (Bedoya *et al.*, 2017). En México, en la región noroeste se analizaron 28 poblaciones de maíces nativos con 20 SSR, se encontraron 6.1 APL y una  $H_e$  de 0.72 (Pineda-Hidalgo *et al.*, 2013); Vega-

Álvarez *et al.* (2017) registraron 20.9 APL con 31 SSR en 107 poblaciones de nueve razas de maíz; Herrera-Saucedo *et al.* (2019) en ocho razas nortteñas reportaron 18.3 APL con 31 SSR; en maíces tropicales se encontraron nueve APL y una He de 0.58 (González *et al.*, 2013). Para Valles Altos, Rocandio-Rodríguez *et al.* (2014) analizaron 31 SSR en 107 poblaciones y reportaron 20.5 APL.

### **Variabilidad morfológica**

El patrimonio ecogeográfico y cultural de México ha sido factor importante en la generación de una amplia gama de variabilidad de maíces, los cuales difieren en su morfología, genética y ecología, lo que ha conducido a su diferenciación en grupo y como en el reconocimiento como razas (Wellhausen *et al.*, 1951).

### **Diversidad del maíz nativo**

El estudio y documentación de los recursos fitogenéticos ha sido de suma importancia en cada una de las etapas asociadas con el manejo, uso y conservación de la diversidad genética, iniciando con la recolección, y las etapas siguientes como la conservación, monitoreo y distribución (Painting *et al.*, 1995).

En la colecta de muestras de maíz, generalmente se obtiene información mínima de los atributos físicos de la mazorca como la longitud y diámetro, las características del tipo de grano, color, número de hileras en la mazorca, la disposición de las hileras, el tipo de la mazorca entre otros (Taba, 1999).

Los caracteres de la mazorca de maíz han sido de gran interés en la descripción y clasificación de razas de maíz (Wellhausen *et al.*, 1951). También, Bird y Goodman (1977), mostraron el alcance que se obtiene con ocho caracteres de la mazorca para estudiar las interrelaciones entre 219 componentes de diferentes complejos raciales y sub-razas de maíz; encontraron que las relaciones entre poblaciones con base en los caracteres de la mazorca son apropiadas con clasificaciones realizadas en la utilización de una mayor información morfológica.

El análisis de la expresión de los caracteres en 148 colectas de 50 razas mexicanas de maíz evaluadas a través de 10 ambientes, Sánchez *et al.* (1993) determinaron que los caracteres de la mazorca en conjunto tienen una interacción con el ambiente de baja a moderada, lo cual indica la importancia de este tipo de atributos en la descripción de las poblaciones de maíz.

Por otro lado, tanto los caracteres cualitativos, como los cuantitativos son fuertemente afectados por el medio ambiente, lo que dificulta en parte la caracterización efectiva de los materiales genéticos, aun cuando en algunos casos se utiliza información obtenida en gran cantidad de ambientes con fines de caracterización y evaluación (Cervantes *et al.*, 1978; Sánchez *et al.*, 1993).

La diversidad de maíz en Coahuila depende principalmente de cuatro grupos raciales: Ratón (32.5 %), Tuxpeño (10.3 %) y Tuxpeño Norteño (18.9%), con una adaptación a altitudes menores a los 1800 m. y Cónico Norteño (26.2 %), para materiales adaptados a regiones de transición y altura superiores a los 2000 m. la diversidad actual del maíz dependen de las condiciones ambientales, el intercambio de semillas entre agricultores, combinaciones genéticas de materiales adaptadas con foráneos y a la adaptación específica de poblaciones. La población adaptada a altitud bajas e intermedias menores a 1800 m pueden ser alternativa para mitigar los efectos del cambio climático (Rincón *et al.*, 2015).

### **Maíces nativos en Coahuila.**

El estado de Coahuila de Zaragoza está localizado en la parte central del norte de México. Su extensión territorial es de 151,594.8 km<sup>2</sup> y representa el 7.7 % del área total del país. En el estado la mitad de su territorio (49%) presenta clima seco y semiseco, el 46% tiene clima Muy seco y el 5% restante registra clima Templado subhúmedo, localizado en las partes altas de las sierras del sur: San Antonio y Tampiquillo. La temperatura media anual es de 18 a 22°C. La precipitación total anual es alrededor de 400 mm. La vegetación en el estado ha sido clasificada principalmente como matorral (77.8 %), pastizal (7.2 %), chaparral (5.5 %), y sólo el

3.0 % se destina a la agricultura (INEGI, 2020). El estado está integrado por 38 municipios, con elevaciones desde los 150 m, a alturas superiores a los 2500 msnm.

La diversidad de maíz nativo en Coahuila está conformada por las razas Celaya, Cónico, Cónico Norteño, Ratón, Tuxpeño y Tuxpeño Norteño (Rincón-Sánchez *et al.*, 2010). En relación a la frecuencia de las muestras analizadas por dichos autores las razas más importantes son: Cónico Norteño (21.1 %), Ratón (26.7 %) y Tuxpeño Norteño (20.0 %).

La Raza de maíz Ratón es de maduración temprana con adaptación a clima subtropical y en zonas semidesérticas con áreas de temporal y riego; se cultiva en un amplio rango de altitud –desde el nivel del mar hasta 1,800 m. Se caracteriza por sus mazorcas semicilíndricas de grano dentado y semidentado en los que predomina el color blanco, aunque se llegan a encontrar de color amarillo y azul oscuro.

Se encuentra en Nuevo León, Tamaulipas, Chihuahua, Coahuila, Zacatecas, Durango y San Luis Potosí. Se le ha encontrado también en algunas zonas de Guerrero, Morelos y Veracruz (CONABIO 2010).

### **Maíces nativos de Nuevo León**

La diversidad de maíces nativos en Nuevo León es baja y su distribución se restringe principalmente a las zonas de temporal en el centro y sur del estado, enmarcadas dentro de las regiones de la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte. En la región de la Gran Llanura de Norteamérica, representada en el Estado de Nuevo León por los municipios de Parás, General Treviño, Agualeguas y Los Ramones, se registraron pocas muestras. Los municipios donde se siguen cultivando maíces nativos con mayor frecuencia son Galeana, Aramberri y Dr. Arroyo, mismos que registraron el mayor número de colectas. Está representada por razas puras y por cruzas, las primeras en mayor proporción, puesto que del total de ejemplares colectados (75 accesiones) el 53% fueron identificados como razas puras y el 47% correspondió a cruzas interraciales. Las razas identificadas en el

presente estudio, distribuidas actualmente en el estado son: Ratón, Cónico Norteño, Tuxpeño, Olotillo y Tuxpeño Norteño. Ratón es la raza más abundante y mayormente distribuida en todo Nuevo León, se localizó en las tres regiones del estado a altitudes que van desde los 197 msnm hasta los 2009 msnm. La raza que registró la menor distribución fue Tuxpeño Norteño, ya que se localizó tan solo una muestra en el municipio de Linares (CONABIO 2008).

Los maíces que conforman estas razas están asociados con el aprovechamiento de subproductos de la planta, como la hoja para el tamal y la planta entera para forraje (CONABIO 2012). Debido a la textura y al color del grano son apreciados para elotes.

### **Descripción varietal**

Para entender su amplitud de adaptación ambiental y características morfológicas apropiadas para diversos usos, las poblaciones de maíz se agrupan con base en la categoría de Raza, como se indicó anteriormente. Por décadas varios investigadores han señalado a las variables morfológicas como una herramienta útil para la clasificación racial en maíz (Hernández y Alanís, 1970).

Por lo tanto, para lograr una caracterización racial correcta es necesario conocer de manera detallada la variación existente dentro de las razas (Castillo, 1993), lo que implica valorar la diversidad de poblaciones consideradas como variantes de una raza, con el propósito de diseñar el aprovechamiento de algunas formas dentro de la diversidad genética regional de la especie.

La descripción de la diversidad de un cultivo se hace por medio de descriptores, los mismos que son definidos como características morfológicas y agronómicas que se expresan más o menos estables bajo la influencia de diferentes condiciones ambientales permitiendo identificar los individuos, dichos descriptores son herramientas de trabajo utilizadas en la caracterización (INIEA, 2006).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Material genético**

El material genético estuvo constituido por 20 poblaciones de maíz de la raza Ratón, derivadas de una colecta que se llevó a cabo en el Estado de Nuevo León y posteriormente se evaluaron en General Cepeda, Coahuila, en 2021.

### **Ubicación del experimento**

La caracterización de las poblaciones se llevó a cabo en el Laboratorio del Centro de Conservación de Semillas Ortodoxas (Región Norte) (UAAAN-SAGARPA-SNICS).

La caracterización morfológica de las mazorcas se realizó con base a los siguientes descriptores para maíz (IBPGR, 1991).

**Disposición de las hileras (DHIL):** Se determinó con base en el descriptor la disposición como regular, irregular, recta o espiral.

**Forma de la mazorca (FMAZ):** se determinó con base en el descriptor como cilíndrica, cónico cilíndrica, cónico.

**Peso de la Mazorca (PMAZ):** se obtuvo el peso de la mazorca con una balanza semianalítica y se registró en gramos (g).

**Longitud de la mazorca (LMAZ):** Se midió la longitud desde la base hasta el ápice de la mazorca en cm, utilizando una regla metálica.

**Número de hileras por mazorca (HIL):** Se contó el número hileras en cada mazorca.

**Granos por hilera (GHIL):** Se contabilizó el número de granos en una hilera completa y representativa en cada mazorca.

**Diámetro de la mazorca (DMAZ):** Se midió en la parte media de cada mazorca en cm.

**Diámetro del olote (DOLO):** Se midió en la parte media del olote en cm, con apoyo de un Vernier.

### **Caracterización morfológica del grano**

**Tipo de grano (TIPOG):** se observó el tercio central de la mazorca y se definió el tipo de grano con ayuda de los descriptores.

**Peso de la semilla (PSEM):** Se desgranó cada mazorca y el grano se pesó en una balanza analítica, se registró en gramos.

**Longitud del grano (LG):** Se usó una regla metálica y se obtuvo el promedio de 10 granos consecutivos procedentes de una hilera del punto medio de cada mazorca.

**Ancho del grano (AG):** Los mismos 10 granos se acomodaron en hilera en la regla metálica, descansando sobre su ancho y se midió en mm.

**Espesor del grano (EG):** Se midieron los mismos 10 granos, acomodando sobre su espesor y se expresó en mm.

**Desgrane (DESG):** se determinó en porcentaje al dividir el peso de la semilla entre el peso de la mazorca.

### **Diseño experimental**

Para el análisis de datos se utilizó un diseño completamente al azar.

Modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = i-ésima observación correspondiente a la j-ésima población.

$\mu$  = media general.

$T_j$  = efecto de la j-ésima población.

$E_{ij}$  = error experimental correspondiente a la i-ésima observación del j-ésima población.

### **Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza y la comparación de medias por medio de la Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), con el procedimiento GLM de SAS (2009). Los coeficientes de correlación de Pearson se usaron para determinar la correlación para los descriptores morfológicos de mazorca y de grano.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuadrados medios de los análisis de varianza de los descriptores morfológicos evaluados en mazorcas (Cuadro 1), muestran para la fuente de variación de las poblaciones diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para número de hileras (HIL) y granos por hilera (GHIL), y  $P \leq 0.01$  para los descriptores peso de la mazorca (PMAZ) y diámetro de la mazorca (DMAZ).

En el Cuadro 2 se presentan los cuadrados medios de los análisis de varianza para los descriptores morfológicos evaluados en granos. En la fuente de variación poblaciones se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ), para los descriptores peso de la semilla (PSEM), diámetro de olote (DOLO), longitud de grano (LG), ancho de grano (AG), espesor del grano (EG) y porcentaje de desgrane (DESG).

Estas diferencias están asociadas al tipo de poblaciones, sus características y a las condiciones ecológicas del área de adaptación, y también se pueden atribuir a que los maíces nativos como la Raza Ratón son heterogéneos y heterocigotos, ya que han sido desarrollados y conservados por agricultores a través de múltiples generaciones de selección empírica, estas diferencias indican que existe variabilidad genética. En la recolección y caracterización del germoplasma hay que considerar el origen del material genético, la localización y características del sitio, así como las características distintivas de interés (Jaramillo y Baena, 2000).

La comparación de medias de los descriptores determinados en mazorcas y en granos se presenta en los Cuadro 3 y 4. Los datos se muestran con base en el PMAZ, se observó que la población 39 tuvo el mayor peso con 125.83 g, mientras que la población 46 tuvo el menor con 71.00 g, esto representa una diferencia de 54.83 g. Para esta variable se obtuvo una media de 95.31 g. Estas diferencias pueden deberse a las características de cada mazorca, al tamaño, al peso de la semilla, a las dosis de fertilización, y a las condiciones climáticas.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de descriptores de mazorcas de maíz de la Raza Ratón.

F.V.	G.L.	PMAZ (g)	LMAZ (cm)	HIL	GHIL	DMAZ (mm)
Poblaciones	19	1409.80**	3.15NS	4.94*	52.93*	43.77**
Error	100	422.83	2.61	2.43	26.53	10.44
C.V (%)		21.57	12.38	12.33	16.83	8.00

\*, \*\* Significativos al 0.05 % y 0.01 % de probabilidad, respectivamente; NS = No significativo; F.V. = Fuente de variación; G.L. = Grados de libertad; PMAZ; Peso de la mazorca; LMAZ = Longitud de mazorca; HIL= Número de hileras; GHIL = Granos por hilera; DMAZ = Diámetro de mazorca.

Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza para descriptores de granos de maíz de la Raza Ratón.

F.V	G.L	PSEM (g)	DOLO (cm)	LG (mm)	AG (mm)	EG (mm)	DESG (%)
Poblaciones	19	1049.12 **	34.39 **	1.31**	1.03 **	0.31 **	0.01 **
Error	100	303.52	5.46	0.55	0.39	0.13	0.00
C.V (%)		23.52	9.6	7.17	7.58	10.48	5.36

\*, \*\* Significativos al 0.05 % y 0.01 % de probabilidad, respectivamente; NS = No significativo; F.V = Fuente de variación; G.L. = Grados de libertad; PSEM = Peso de la semilla; DOLO = Diámetro del olote; LG = Longitud del grano; AG = Ancho del grano; EG = Espesor del grano; DESG = % de Desgrane.

Para la variable peso de semilla (PSEM), se observó que la población 39 obtuvo 98.50 g, en comparación con la población 47 que presentó el menor peso con 54.00 g, con una media de la población de 74.06 g. Estas diferencias se deben principalmente al tamaño y a la forma de las semillas que presentan las poblaciones en estudio. Indica la densidad real del grano. El PSEM varía en función al tipo de endospermo, contenido de proteína y estado sanitario de las semillas. Los granos entre más densos son, mejores las posibilidades de soportar el manejo durante su almacenamiento y comercialización. Además, el rendimiento del maíz se encuentra determinado parcialmente por el peso del grano y este tiene gran impacto sobre el rendimiento final.

Los descriptores longitud de mazorca (LMAZ), granos por hilera (GHIL), y longitud del grano (LG), no presentaron diferencias estadísticas, la población que sobresalió fue la 39, y la 46 obtuvo los valores para dimensiones menores. En el descriptor LMAZ el rango fue de 14.38 cm a 11.20 cm, y para GHIL de 36 a 25.66 granos. En el descriptor LG el mayor valor fue de 10.75 mm (población 39) a 9.76 mm (población 100). Con valores medios de 13.04 cm, 30.60 granos por hilera, y 10.42 cm, respectivamente para cada variable. El número de granos por hilera promedio que diferencia a las poblaciones está en función de la longitud de la mazorca y el número de hileras por mazorca (Jugenheimer, 1981).

Para el descriptor número de hileras (HIL) se observó que las mazorcas con mayor número corresponden a la población 37 con 14.33 hileras, mientras que la población 41 obtuvo en promedio 10.66 hileras. La media de las 20 poblaciones mostró 12.65 hileras por mazorca. Esta variable depende del diámetro de la mazorca y de la Raza de maíz. Cervantes-Adame *et al.* (2020) realizó una caracterización de la Raza Ratón y encontró en promedio 13.9 hileras por mazorca. Los resultados obtenidos en el presente estudio indican que las poblaciones presentan amplia variabilidad genética.

Cuadro 3. Comparación de medias de descriptores morfológicos evaluados en laboratorio en mazorcas de la Raza Ratón.

Poblaciones	PMAZ (g)	PSEM (g)	LMAZ (cm)	DMAZ (mm)	HIL	GHIL
39	125.83 a	98.50 a	14.38 a	44.22 a	13.66 ab	36.00 a
48	119.33 ab	96.83 ab	13.48 a	42.86 a	12.33 ab	33.66 a
49	118.50 ab	95.00 abc	13.23 a	43.74 a	13.00 ab	33.33 a
38	112.67 abc	87.17 abcd	12.91 a	44.20 a	14.00 a	30.00 a
50	104.00 abc	76.67 abcd	12.93 a	43.31 a	12.66 ab	28.83 a
43	102.83 abc	78.67 abcd	13.98 a	40.13 ab	12.00 ab	31.66 a
36	100.17 abc	79.00 abcd	12.80 a	42.33 a	12.66 ab	27.16 a
52	100.17 abc	76.33 abcd	13.60 a	40.03 ab	11.33 ab	32.33 a
40	99.17 abc	82.17 abcd	13.38 a	38.00 ab	11.66 ab	30.50 a
42	94.83 abc	75.00 abcd	12.68 a	38.62 ab	12.33 ab	31.50 a
44	92.83 abc	73.33 abcd	13.26 a	39.35 ab	13.33 ab	33.83 a
51	89.67 abc	68.17 abcd	12.81 a	41.02 a	13.33 ab	29.50 a
35	87.50 abc	70.83 abcd	12.60 a	37.57 ab	12.33 ab	31.00 a
37	85.50 abc	63.00 abcd	13.53 a	41.95 a	14.33 a	26.50 a
34	84.67 abc	60.17 cd	13.20 a	41.38 a	13.33 ab	27.33 a
100	81.33 bc	64.00 abcd	12.41 a	38.52 ab	12.66 ab	32.16 a
41	81.00 bc	67.17 abcd	13.75 a	33.80 b	10.66 b	35.16 a
47	77.67 bc	54.00 d	13.01 a	37.46 ab	12.66 ab	27.83 a
45	77.67 bc	61.00 bcd	11.78 a	38.85 ab	11.66 ab	28.00 a
46	71.00 c	54.33 d	11.20 a	40.10 ab	13.00 ab	25.66 a
Media	95.31	74.06	13.04	40.37	12.65	30.60
Tukey	43.22	36.62	3.39	6.79	3.27	10.82

Los valores dentro de una columna con la misma literal son estadísticamente iguales (Tukey  $P \leq 0.05$  %); PMAZ = Peso de mazorca; PSEM = Peso de la semilla; LMAZ = Longitud de la mazorca; HIL = Hileras por mazorca; GHIL = Granos por hilera; DMAZ = Diámetro de la mazorca.

La variable diámetro de la mazorca (DMAZ) mostró valores en un rango de 33.80 (población 41) a 44.22 mm (población 39), con una media de 40.37 mm. Un alto valor de diámetro de la mazorca permite un mayor número de hileras

En el diámetro del olote (DOLO), la comparación de medias indicó mayor diámetro para la población 38, con 28.23 mm y el menor en la población 41 con 18.56 mm, con una media fue de 24.34 mm.

La comparación de medias también mostró diferencias entre poblaciones para la variable ancho de grano (AG), considerando que la mejor población con respecto a esta variable fue la 52 con 9.06 mm, mientras que la población 44 con 7.56 mm fue la menor, con una media para las poblaciones evaluadas de 8.25 mm.

En el espesor del grano (EG), también se presentaron diferencias, el mayor con 4.21 mm, se presentó en la población 37, el menor en la población 41 con 3.03 mm. La media para esta variable fue de 3.56 mm. En las variables relacionadas con el tamaño del grano, es notable mencionar que el factor hereditario es importante, sin embargo, también es influenciado por factores ambientales que directamente afectan la planta.

La variable porcentaje de desgrane (DESG) manifestó diferencias, en la población 41 se presentó un 0.8296 %, y el menor porcentaje (0.6711 %) en la población 34, con una media de 0.7722 %.

Los resultados anteriores muestran la diversidad genética que presentan las poblaciones de la raza Ratón analizadas. A este respecto, se ha demostrado que el intercambio de semillas entre agricultores genera combinaciones entre materiales lo cual se observa en la diversidad del maíz como un continuo de la variación fenotípica entre poblaciones (Louette, 1997). Taba (1999) indica que las colectas de maíz generalmente proveen información sobre aspectos físicos de la mazorca como la longitud y diámetro, las características del tipo de grano, color, número de hileras en la mazorca, la disposición de las hileras, el tipo de la mazorca entre otros.

Cuadro 4. Comparación de medias de descriptores morfológicos evaluados en laboratorio en granos maíz de la Raza Ratón.

Poblaciones	DOLO (mm)	LG (mm)	AG (mm)	EG (mm)	DESG (%)
39	26.15 abc	10.75 a	8.35 abc	3.50 abc	0.7772 ab
48	24.50 abcd	11.33 a	8.96 ab	3.40 bc	0.8105 ab
49	26.85 abc	10.90 a	8.21 abc	3.56 abc	0.8017 ab
38	28.23 a	10.81 a	8.30 abc	3.63 abc	0.7734 abc
50	27.38 ab	10.18 a	8.73 abc	3.61 abc	0.7343 bcd
43	24.55 abcd	9.86 a	8.53 abc	3.50 abc	0.7672 abc
36	24.62 abcd	11.16 a	8.61 abc	3.46 abc	0.7867 ab
52	24.66 abcd	10.10 a	9.06 a	3.48 abc	0.7591 abc
40	21.20 de	10.40 a	8.48 abc	3.58 abc	0.8294 a
42	23.38 abcde	10.33 a	8.26 abc	3.56 abc	0.7913 ab
44	22.38 cde	10.91 a	7.56 c	3.30 bc	0.7868 ab
51	24.15 abcd	10.93 a	7.95 abc	3.66 abc	0.7558 abcd
35	21.23 de	10.43 a	8.06 abc	3.50 abc	0.8123 ab
37	27.11 abc	9.86 a	7.58 c	4.21 a	0.7357 bcd
34	26.27 abc	10.35 a	8.08 abc	3.70 abc	0.6711 d
100	23.23 bcde	9.76 a	7.73 bc	3.41 bc	0.7875 ab
41	18.56 e	9.93 a	7.93 abc	3.03 c	0.8296 a
47	25.66 abcd	10.16 a	8.18 abc	3.86 ab	0.6865 cd
45	22.73 bcde	10.31 a	8.48 abc	3.56 abc	0.7862 ab
46	24.02 abcd	9.91 a	7.95 abc	3.65 abc	0.7618 abc
Media	24.34	10.42	8.25	3.56	0.7722
Tukey	4.91	1.57	1.31	0.78	0.0871

Los valores dentro de una columna con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $\leq 0.05$  %); DOLO = Diámetro del olote; LG = Longitud del grano; AG = Ancho del grano; EG = Espesor del grano; DESG = % Desgrane.

En el Cuadro 5 se presenta la caracterización del tipo de grano, la forma de la mazorca y la disposición de las hileras. Para la variable tipo del grano (TIPOG) en todas las poblaciones fue semidentado. Por otra parte, la forma de la mazorca (FMAZ) en la mayoría de las poblaciones (15) fue cilíndrica (39, 48, 49, 38, 50, 43, 36, 52, 40, 44, 51, 34, 41, 45 y 46) y en 5 (42, 35, 37, 100 y 47) cónico cilíndrica. La disposición de las hileras (DHIL) se presentó en la mitad de las poblaciones de manera regular (48, 50, 43, 36, 52, 40, 44, 34, 45 y 46), y la otra mitad (39, 49, 38, 42, 51, 35, 37, 100, 41 y 47) con disposición irregular. Sánchez *et al.* (2000) mencionan que las diferencias están asociadas al tipo de población, sus características, y a las condiciones ecológicas del área de adaptación. La caracterización morfológica es fundamental para la conservación de la diversidad de variedades tradicionales de maíz ya que permite identificar alelos favorables para la producción agrícola que no han sido totalmente utilizados (Tarter, 2004). Importante es tomar en cuenta que la diversidad de las poblaciones, generalmente heterogéneas y heterocigotas, ha sido desarrollada y conservada por los agricultores a través de varias generaciones de selección empírica para caracteres específicos como textura de grano, color, forma de mazorca, sanidad, ciclo vegetativo, entre otros (Aragón *et al.*, 2006).

En el Cuadro 6 se presentan los coeficientes de correlación de Pearson para los descriptores morfológicos de mazorca y grano. En el descriptor HIL se obtuvieron correlaciones positivas significativas con DMAZ ( $r = 0.5475^{**}$ ), LG ( $r = 0.2315^{*}$ ), EG ( $r = 0.205^{*}$ ) y DOLO ( $r = 0.5432^{**}$ ). La variable granos por hilera (GHIL) presentó correlación positiva significativa con las variables PMAZ ( $r = 0.5509^{**}$ ), LMAZ ( $r = 0.7140^{**}$ ), PSEM ( $r = 0.5850^{**}$ ), y DESG ( $r = 0.4446^{**}$ ). Para la longitud de mazorca (LMAZ) hubo correlaciones positivas con las variables PSEM ( $r = 0.5840^{**}$ ) y DESG ( $r = 0.1828^{*}$ ). Las correlaciones positivas se presentan porque el rendimiento en grano de un cultivo de maíz se compone principalmente del número de granos producidos y del peso medio de los mismos. El número de granos está estrechamente relacionado con las variaciones en el rendimiento del maíz en campo (Cirilo y Andrade, 1994).

Cuadro 5. Tipo de grano, forma de la mazorca, y disposición de las hileras, por población.

Poblaciones	TIPOG	FMAZ	DHIL
39	Semidentado	Cilíndrica	Irregular
48	Semidentado	Cilíndrica	Regular
49	Semidentado	Cilíndrica	Irregular
38	Semidentado	Cilíndrica	Irregular
50	Semidentado	Cilíndrica	Regular
43	Semidentado	Cilíndrica	Regular
36	Semidentado	Cilíndrica	Regular
52	Semidentado	Cilíndrica	Regular
40	Semidentado	Cilíndrica	Regular
42	Semidentado	Cónico cilíndrica	Irregular
44	Semidentado	Cilíndrica	Regular
51	Semidentado	Cilíndrica	Irregular
35	Semidentado	Cónico cilíndrica	Irregular
37	Semidentado	Cónico cilíndrica	Irregular
34	Semidentado	Cilíndrica	Regular
100	Semidentado	Cónico cilíndrica	Irregular
41	Semidentado	Cilíndrica	Irregular
47	Semidentado	Cónico cilíndrica	Irregular
45	Semidentado	Cilíndrica	Regular
46	Semidentado	Cilíndrica	Regular

TIPOG = Tipo de grano; FMAZ = Forma de la mazorca; DHIL; Disposición de la hilera.

La variable diámetro de mazorca (DMAZ) mostró correlación positiva con las variables LG ( $r = 0.5033^{**}$ ), AG ( $r = 0.1895^*$ ), PSEM ( $r = 0.5638^{**}$ ), DOLO ( $r = 0.8134^{**}$ ). Mientras que la longitud de grano (LG) se correlacionó positivamente con los variables AG ( $r = 0.2449^{**}$ ), PSEM ( $r = 0.5028^{**}$ ), y DESG ( $r = 0.2711^{**}$ ). El ancho del grano (AG) se correlacionó positivamente con la variable PSEM ( $r = 0.3301^{**}$ ). En la variable espesor del grano (EG) se observó correlación positiva con las variables DOLO ( $r = 0.2785^{**}$ ). Para el peso de semilla (PSEM) hubo correlaciones positivas con respecto a las variables DOLO ( $r = 0.2619^{**}$ ), DESG ( $r = 0.5118^{**}$ ). Correlaciones similares se presentaron en un estudio realizado en maíz por Borroel García *et al.* (2018), encontraron correlación positiva entre longitud y diámetro de mazorca ( $r = 0.74$ ), longitud de mazorca y granos por hilera ( $r = 0.83$ ), longitud de mazorca y granos totales por mazorca ( $r = 0.81$ ). Asimismo, diámetro de mazorca con granos por hilera ( $r = 0.62$ ), número de hileras con granos totales por mazorca ( $r = 0.51$ ) y granos por hilera con granos totales por mazorca ( $r = 0.86$ ). El rendimiento presentó correlación positiva con diámetro ( $r = 0.90$ ) y longitud de mazorca ( $r = 0.77$ ).

Las correlaciones observadas entre componentes del rendimiento de grano como longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras y granos por hilera presentan una relación fisiológica. Al aumentar la DMAZ se incrementan las formas de almacenar productos elaborados por la fotosíntesis, incrementándose de manera positiva lineal el diámetro de la mazorca y los granos por hilera (Laverde, 1986). Así mismo, el DMAZ puede influenciar el número de hileras y por consecuencia el número de granos por hilera y granos totales por mazorca.

Cuadro 6. Coeficientes de correlación de Pearson de los componentes morfológicos del maíz de la Raza Ratón.

	GHIL	PMAZ (g)	LMAZ (cm)	DMAZ (mm)	LG (mm)	AG (mm)	EG (mm)	PSEM (g)	DOLO (mm)	DESG (%)
HIL	-0.2401**	0.1564NS	-0.1752NS	0.5475 **	0.2315 *	-0.5280**	0.2050 *	0.1138NS	0.5432**	-0.1476NS
GHIL		0.5509 **	0.7140 **	-0.0007NS	0.0911NS	0.0975 NS	-0.3720 **	0.5850**	-0.1954*	0.4446**
PMAZ			0.6081 **	0.6357**	0.4811 **	0.3334 **	-0.1140NS	0.9796**	0.3947**	0.3453**
LMAZ				0.0768NS	0.0584NS	0.1204NS	-0.0767NS	0.5840**	0.0007NS	0.1828*
DMAZ					0.5033**	0.1895*	0.1145NS	0.5638**	0.8134**	-0.0502NS
LG						0.2449**	-0.1692NS	0.5028**	0.1751NS	0.2711**
AG							-0.1905*	0.3301**	0.1099NS	0.1275NS
EG								-0.1765NS	0.2785**	-0.3703**
PSEM									0.2619**	0.5118**
DOLO										-0.4192**

\*, \*\* Significativo ( $P \leq 0.05$ ) y significativo ( $P \leq 0.01$ ), respectivamente; NS = No significativo; HIL = Hileras por mazorca, GHIL = Granos por hilera; PMAZ = Peso de mazorca; LMAZ = Longitud de la mazorca; DMAZ = Diámetro de la mazorca; LG = Longitud del grano; AG = Ancho del grano; EG = Espesor del grano; PSEM = Peso de la semilla; DOLO = Diámetro del olote; DESG = Desgrane.

## CONCLUSIONES

La caracterización morfológica de mazorcas de poblaciones de la raza Ratón recolectadas en el estado de Nuevo León, y evaluadas en General Cepeda, Coahuila, presentaron diferencias estadísticas para los descriptores PMAZ, DMAZ, PSEM, HIL, DOLO, AG, EG y DESG.

Las poblaciones caracterizadas presentaron TIPOG semidentado, FMAZ predominantemente cilíndrica, y DHIL regular e irregular.

En los descriptores de la mazorca PMAZ, PSEM, DMAZ, la población 39 fue superior con 125.83 g, 98.50 g, y 44.22 mm, respectivamente.

Las poblaciones de la Raza Ratón presentaron las siguientes características morfológicas de mazorca, con base en la media de cada descriptor: PMAZ (95.31 g), PSEM (74.06 g), LMAZ (13.04 cm), DMAZ (40.37 mm), HIL (12.65), GHIL (30.6), DOLO (24.3 mm) y DESG (0.7722 %).

Los descriptores del grano, LG, AG, y EG presentaron valores promedio de 10.42 mm, 8.25 mm, y 3.56 mm, respectivamente

Las poblaciones mostraron variabilidad genética interpoblacional en ocho de los descriptores varietales evaluados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aceves-Ruíz, E.,** A. Turrent-Fernandez., J. L. Cortes-Flores y V. Volke-Haller. 2002. Comportamiento agronómico del híbrido H-137 y materiales criollos de maíz en el Valle de Puebla. *Rev. Fitotec. Mex*, 25, 339-347
- Aragón C., F.,** S. Taba, J. M. Hernández C., J. D. Figueroa C., V. Serrano A. y F. H. Castro G. 2006. Catálogo de Maíces Criollos de Oaxaca. INIFAP-SAGARPA. Libro Técnico Núm. 6. Oaxaca, Oaxaca, México. 344 p.
- Bedoya, C. A.,** S. Dreisigacker., S. Hearne., J. Franco., C. Mir., B. M. Prasanna., S. Taba., A. Charcosset and M. L. Warburton. 2017. Genetic diversity and population structure of native maize populations in Latin America and the Caribbean. *PLoS ONE* 12(4):e0173488, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173488>.
- Bird, R. M.,** and M. M. Goodman. 1977. The races of maize V: Grouping maize races on the basis of ear morphology. *Econ. Bot.* 31:471-481.
- Borroel García, V. J.,** L. Salas Pérez, M. G. Ramírez Aragón, J. D. López Martínez y J. Luna Anguiano. 2018. Rendimiento y componentes de producción de híbridos de maíz en la Comarca Lagunera. *Terra Latinoamericana* 36: 423-429.
- Castillo G., F.** 1993. La variabilidad y el mejoramiento genéticos de los cultivos. *Ciencia* 44:69-79.
- Cázares-Sánchez, E.,** Chávez-Servia., J.L. Salinas-Moreno., F. Castillo González y P. Ramírez-Vallejo. 2015. Variación en la composición del grano entre poblaciones de maíz (*Zea mays L.*) nativas de Yucatán, México. *Agrociencia*, 49, 15-30.
- Cervantes S., T.,** M. M. Goodman., E. Casas D., and J. O. Rawlings. 1978. Use of genetic effects and genotype by environmental interactions for the classification of Mexican races of maize. *Genetics* 90:339-348.

**Cervantes-Adame, Y. F.,** A. Castillo-Gutiérrez., V. E. Carapia-Ruíz., M. Andrade-Rodríguez., M. E. Núñez-Valdez., O. G. Villegas-Torres., F. Perdomo-Roldán., F. R. Suárez-Rodríguez y J. A. López Santillán. 2016. Variabilidad genética y asociación morfológica entre poblaciones nativas de maíz y sus cruzas F1 Rev. Mex. Cienc. Agríc, 7, 8, 1919-1931.

**Cervantes Adame, Y. F.,** H. Rebolloza-Hernández, E. Broa-Rojas, A. Olvera-Velona, y G. Bahena-Delgado. 2020. Efectos de heterosis en poblaciones nativas de maíz y sus cruzas F1. Biotecnia XXII (3): 11-19.

**Cirilo, A. G.,** and F. H. Andrade. 1994. Sowing date and maize productivity: II. Kernel number determination. Crop Sci. 34:1044-1046

**CONABIO. 2008.** Comisión nacional para el conocimiento y usos de la biodiversidad. Diversidad y distribución actual de los maíces nativos en Nuevo León. [Informe\\_Final\\_Nuevo\\_Leon\\_FZ002.pdf \(biodiversidad.gob.mx\)](#).

**CONABIO. 2010.** Comisión nacional para el conocimiento y usos de la biodiversidad. Razas de maíz en México. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/grupo-tropicalesp/raton>

**CONABIO. 2012.** Comisión nacional para el conocimiento y usos de la biodiversidad. Razas de maíz de México. En: <http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/maices/razas2012.html>.

**Dzib-Aguilar, L. A.,** R. Ortega-Paczka., y J. C. Segura-Correa. 2016. Conservación in situ y mejoramiento de maíces criollos en la Península de Yucatán. Trop. and Subtrop. Agroecosyst, 19, 51-59.

**Fernández-Suárez, R.,** L. A. Morales-Chávez y A. Gálvez-Mariscal. 2013. Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional; una revisión indispensable. Rev. Fitotec. Mex, 36 (3-A), 275-283.

**FIRA. 2015.** Panorama agroalimentario. Dirección de investigaciones y evaluaciones económicas y sectoriales. [http](http://www.fira.gob.mx)

<http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61952/Panorama-agroalimentario-maiz-2015.pdf>.(consulta; abril 2016).

**Gil M., A.,** P. A. López., A. Muñoz O y H. López S. 2004. Variedades criollas de maíz (*Zea mays L.*) en el Estado de Puebla, México: diversidad y utilización. *In: Manejo de la Diversidad de los Cultivos en los Agroecosistemas Tradicionales.* J. L. Chávez–Servia., J. Tuxill y D. I. Jarvis (eds). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia. pp:18–25.

**González C., M. E.,** N. Palacios R., A. Espinoza B. y C. A. Bedoya S. 2013. Diversidad genética en maíces nativos mexicanos tropicales. *Revista Fitotecnia Mexicana* 36:329-338.

**Hernández X., E.** y G. Alanís F. 1970. Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México implicaciones filogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia* 5:3-30.

**Herrera C., B. E.,** F. Castillo G., J. Sánchez G., R. Ortega P. y M. M. Goodman. 2000. Caracteres morfológicos para valorar la diversidad entre poblaciones de maíz en una región: caso la raza Chalqueño. *Rev. Fitotec. Mex.*23:335-354.

**Herrera-Saucedo, V.,** A. Santacruz-Varela., M. Rocandio-Rodríguez., L. Córdova-Téllez., Y. R. Moreno-Ramírez y C. A. Hernández-Galeno. 2019. Diversidad genética de maíces nativos del norte de México analizada mediante microsatélites. *Agrociencia* 53:535-548.

**IBPGR. 1991.** Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City/International Board for Plant Genetic Resources, Rome

**INIEA.** 2006. Manual para caracterización In Situ de cultivos nativos. Lima, Perú.

**Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).** 2020. Aspectos del Territorio Estatal de Coahuila. Disponible en línea: <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/coah/territorio/default.aspx?tema=me&e=05>.

**Jaramillo, S.** y M. Baena. 2000. Material de Apoyo a la Capacitación en Conservación Ex situ de Recursos Fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. 122 p. disponible en URL: [https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/user\\_upload/online\\_library/publications/pdfs/1645\\_Exsitu\\_conservation\\_diapositivas.pdf](https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/1645_Exsitu_conservation_diapositivas.pdf).

**Jugenheimer, R.W.** 1981. Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Primera Edición. Editorial Limusa. México. 840 pp.

**Kato Y., T. A.,** C. Mapes S., L. M. Mera O., J. L. Serratos H., R. A. Bye B. 2009. Origen y Diversificación del Maíz: Una Revisión Analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 116 p.

**Laverde-Peña, H.,** R. de la Cruz y E. Rojas. 1986. Formación de mazorcas en diferentes nudos del eje de maíz ICA -V-51O. Agron. Colomb. 3: 63-81.

**Louette, D.** 1997. Seed exchange among farmers and gene flow among maize varieties in traditional agricultural systems. In: J. A. Serratos, M. C. Willcox, and F. Castillo-González (eds.). Gene Flow Among Maize Landraces, Improved Maize Varieties, and Teosinte: Implications for Transgenic Maize. INIFAP – CIMMYT. Mexico, D.F. pp: 56-66.

**Muñoz O., A.** 2005. Centli maíz. Ed. América. 2da ed. México, D. F. 210 P.

**Ojeda-Bustamante, W.,** E. Sifuentes-Ibarra., M. Íñiguez-Covarrubias., M. J. Montero-Martínez. 2011. Impacto del cambio climático en el desarrollo y requerimientos hídricos de los cultivos. Agrociencia 45: 1-11

**Oreamuno F., P.,** y P. J. E. Monge. 2018. Maíces nativos de Guanacaste, Costa Rica: caracterización de los granos. 2018. Research Journal, 10(2), 353-361.

**Ortega P., R.** 2003. La diversidad del maíz en México. In: G. Esteva y C. Marielle (Coordinadores). Sin Maíz no hay País. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas. México, D.F. pp.123-154.

**Painting, K. A.**, M. C. Perry, R. A. Denning, W. G. Ayad. 1995. Guidebook for genetic resources documentation. International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. 295 p.

**Pineda-Hidalgo K. V.**, K. P. Méndez-Marroquín, E. Vega A., J. Chávez-Ontiveros, P. Sánchez-Peña, J. A. Garzón-Tiznado, M. O. Vega-García and J. A. López-Valenzuela. 2013. Microsatellite-based genetic diversity among accessions of maize landraces from Sinaloa in Mexico. *Hereditas* 150:53-59, <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.2013.00019.x>

**Preciado, O. R. E.** y H. S. Montes. 2011. Reseña del libro “Amplitud, aprovechamiento y riesgos de la diversidad genética de maíz en México”. Sociedad Mex. Fitogenética. Rev. Fitotec. Mex. 274 p.

**Rincón S., F.**, F. Castillo G. y N.A. Ruiz T. 2010. Diversidad y distribución de los maíces nativos en Coahuila, México. SOMEFI, Chapingo, México. 16 p.

**Rincón-Sánchez, F.**, F. Castillo y N.A Ruiz. 2010. Diversidad y distribución de los maíces nativos en Coahuila, México. Sociedad mexicana de fitogenética, A.C (SMF), México.

**Rincón-Sánchez, F.**, y N.A Ruiz T. 2015. Maíces nativos en el estado de Coahuila, México. Claridades Agropecuarias. Edición especial, 44 p.

**Rocandio-Rodríguez M.**, A. Santacruz-Varela, L. Córdova-Téllez, H. López-Sánchez, F. Castillo-González, R. Lobato-Ortiz and J. J. García-Zavala. 2014. Detection of genetic diversity of seven maize races from the high central valleys of Mexico using microsatellites. *Maydica* 59:144-151.

**SAGARPA-SIAP.** 2020. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

**Sánchez G., J. J.**, M. M. Goodman, and C. W. Stuber 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of México. *Econ. Bot.* 54:43-59.

**Sanchez G., J. J.,** M. M. Goodman, and J. O. Rawlings 1993. Appropriate characters for racial classification in maize. *Econ. Bot.* 47:44-59.

**Sánchez-Hernández, E.,** E. De la Cruz-Lázara., y R. Sánchez-Hernández. 2015. Productividad y caracterización varietal de maíces nativos (*Zea mays L.*) colectados en Tabasco, México. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 1(1), 7-15.

**SAS 9.4.** (Statistical Analysis System). 2009. SAS Institute Inc. North Carolina. USA.

**Serratos H., J. A.** 2009. El Origen y la Diversidad del Maíz en el Continente Americano. Greenpeace. Ciudad de México, México. 33 p.

**Taba, S.** 1999. Passport data to record when collecting seed of farmer varieties. Latin American Maize Germplasm Conservation: Core Subset Development and Regeneration. Proceedings of a Workshop held at CIMMYT, June 1-5, 1998. CIMMYT. Mexico, D.F. 62 p.

**Tarter, J.A.,** M.M. Goodman, and J.B. Holland. 2004. Recovery of exotic alleles in semiexotic maize inbreds derived from crosses between Latin American accessions and a temperate line. *Theor. Appl. Genet.* 109:609–617.

**Vega-Álvarez I.,** A. Santacruz-Varela, M. Rocandio-Rodríguez, L. Córdova-Téllez, H. López-Sánchez, A. Muñoz-Orozco and A. Hernández-Bautista. 2017. Genetic diversity and structure of native maize races from Northwestern México. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 52:1023-1032, <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2017001100008>

**Velasco H., M.** de los A., T. Morales A., N. G. Estrella Ch., R. Díaz R., J. P. Juárez S., M. Hernández V y R. Bernal M. 2015. Tendencias y variabilidad de índices de cambio climático: enfoque agrícola en dos regiones de México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 6: 1587-1599.

**Wellhausen E. J.**, L. M. Roberts y E. Hernández X. 1951. Razas de Maíz en México, su Origen, Características y Distribución. Programa de Agricultura Cooperativo de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México y Fundación Rockefeller. México, D. F. 237 p.