

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN



Selección Recurrente en Poblaciones de Maíz

Amarillo (*Zea mays L.*) de la Raza Ratón Por:

RIGOBERTO JOSUE AVILA TORRES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Enero, 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Selección Recurrente en Poblaciones de Maíz

Amarillo (Zea mays L.) de la Raza Ratón

por:

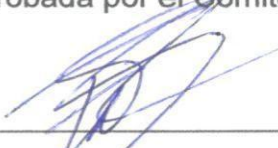
RIGOBERTO JOSUE AVILA TORRES

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité Asesor:



Dr. Francisco Javier Sánchez Ramírez
Asesor principal



Dr. José Luis Velasco López
Co-Asesor



Dra. Ana Laura Alonso Nieves
Co-Asesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Enero 2026

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por siempre guiarme y protegerme en todo momento, por darme una vida llena de salud, por conservar a mi familia y seres queridos

A mis padres, Leticia Torres y Rigoberto Avila, por confiar en mi cuando nadie más lo hizo, por siempre darme lo mejor sin esperar nada a cambio y por siempre darme el cariño y el apoyo en los momentos más difíciles.

A mi familia; Jesús Ángel, Ana Esbeydi, Juanita, Guadalupe Jazmín, Eduardo, Andrés, Moreno, Adrián, Elisa, por siempre alentarme en cada momento a seguir aun estando a la distancia, por ser mi sostén cuando más lo necesite.

A mis amigos, Oscar, Baldo, Rafael, Gabriel, Miguel, Aldo, Damián, Leonardo, Diego, Luis, por siempre alentarme a seguir adelante, por todos los buenos momentos vividos y por siempre estar presentes.

A la Familia Limón, Mary, Pepe, Rita, Francisco, Diego, Juanita, Alondra y la Sra. Juanita por siempre brindarme una mano cuando más lo necesite, por siempre recibirme bien en su hogar, por ofrecerme comida diariamente y por todos los momentos llenos de felicidad y aprendizajes, Gracias.

A la familia Zavala, Rosalinda, Jesús, Roció, Isabel, Angelica, por recibirme bien en su hogar, por tenerme confianza en muchas cosas y por siempre ofrecerme un techo donde llegar.

A mis amigas y amigos, Rita, Camila, Johana, Ale, Renata, Aris, Emmanuel y Emmanuel Jr., por siempre brindarme su gran amistad y cariño en mi estadía como universitario, por abrirme las puertas de su hogar en todo momento.

A mi alma mater, La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por guiarme y ofrecerme todo su conocimiento durante mi formación profesional.

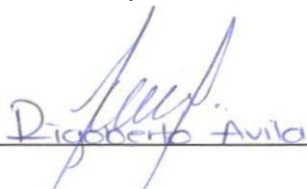
A mi asesor principal, Dr. Francisco Javier Sánchez Ramírez, por siempre guiarme desde el momento en que nos cruzamos, por darme la oportunidad de trabajar a su lado en este proyecto, agradeciendo su paciencia y empeño para poder desarrollar de una buena manera la tesis.

A mis compañeros y amigos Universitarios; Daniel, David, Cesar, José Ángel, Ángel Bravo, Jesús, Brayan, gracias por todos los buenos momentos vividos en esta gran etapa, por brindarme siempre su amistad, por luchar a mi lado para que este logro se diera.

MANIFESTÓ DE HONESTIDAD ACADÉMICA

El suscrito, Rigoberto Josué Avila Torres, estudiante de nivel licenciatura de la especialidad Ingeniero Agrónomo en Producción, con matrícula 43201243, autor de la presente Tesis, manifestó que:

1. Reconoce que el plagio académico constituye un delito que está penada en nuestro país.
2. Las ideas, opiniones, datos e información publicadas por otros autores utilizadas en la presente tesis, han sido debidamente citadas, reconociendo la auditoria de la fuente original.
3. Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactada según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el "copiado y pegado" de dicha información.
4. Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor, materiales bibliográficos consultados por cualquier vía, y manifestó no haber hecho mal uso de alguno de ellos.
5. Entiendo que la función y alcance del comité de asesoría, está suscrito a la orientación y guía, respecto a la metodología de la investigación realizada para la presente Tesis; así como el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, por lo tanto, eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico a mi Comité de Asesoría, aceptando cualquier responsabilidad al respecto es únicamente a mi persona.



Rigoberto Josué Avila Torres

Tesista de licenciatura.

DEDICATORIA

Con dedicatoria especial para todas aquellas personas que estuvieron en cada uno de los momentos vividos durante mi formación universitaria:

A mis padres: Sra. Leticia Torres y el Sr. Rigoberto Avila.

Agradeciendo siempre la confianza brindada en cada uno de mis pasos durante la vida y mi formación académica, por confiar en mí en cada momento, por ello, dedico mi tesis a ustedes como muestra de agradecimiento por su lucha incansable, su sacrificio día con día y su amor incondicional.

A mis hermanos:

Ana Esbeydi, Guadalupe, Juanita y Jesús Ángel.

Gracias por siempre apoyarme día con día y ser mi fortaleza en cada uno de los momentos vividos, por siempre recibirme y despedirme bien, por cada aliento a no rendirme y hacer sentirme cerca de ustedes.

A mi abuelita:

Elena Cervantes Montoya.

Agradeciendo toda la vida por cada uno de los momentos vividos a nuestro lado, por siempre alentarnos a ser las mejores personas posibles, por todo el amor demostrado hacia mí persona sin esperar nada a cambio y aunque ahora no se encuentre físicamente conmigo, sé que de donde quiera que este, está orgullosa de mí y me sigue guiando con mucho amor en cada paso de mi vida.

A mi compadre:

Hernán "Moreno", por siempre brindarme toda la confianza posible en cada momento de mi formación académica, por siempre ser un sostén cuando las cosas se ponían difíciles, Gracias.

A mi Novia Nayeli Betzabeth:

Por acompañarme en este trayecto desde el inicio, por ser esa fuente de motivación, por tus muestras de amor y sacrificio para estar juntos a la distancia, gracias por siempre motivarme a ser una mejor persona.

RESUMEN

El grupo racial Ratón es una variante del maíz nativo de México adaptada a condiciones de producción adversas tal como el estado de Coahuila; siendo este un grupo racial importante para la producción de grano se han realizado esfuerzos para su caracterización y uso en el mejoramiento genético. Con el fin de seleccionar y evaluar el comportamiento que tiene cada una de las accesiones de maíz del grupo racial Ratón mediante la selección de familias de hermanos completos se realizó el presente estudio, en donde se sometieron a evaluación agronómica familias de hermanos completos (HC) que derivan de poblaciones nativas del estado de Coahuila. El experimento se realizó en el ciclo Primavera-Verano (PV) 2023, en donde, se estableció solamente una localidad en campo experimental “El Bajío” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

El diseño experimental utilizado fue de bloques incompletos con arreglo α -látxice, en donde se definieron las siguientes variables a evaluar: RTO, DFM, DFF, ALPTA, LMZ, DMZ y DOLO, que fueron las características que más aportaron para lograr una buena discriminación de las familias evaluadas. Los resultados obtenidos mostraron diferencias altamente significativas en familias dentro de poblaciones ($P \leq 0.01$) para cada las variables RTO, DFM, DFF, ALPTA, LMZ, DMZ y DOLO, y significativa para la variable PMZ ($P \leq 0.05$). Las poblaciones que mostraron las mejores características agronómicas fueron: COAH238, COAH227 y COAH226. Para la población COAH238 las familias más sobresalientes fueron 8, 19 y 18. Para COAH227 las familias más sobresalientes fueron 4, 5 y 8 y para COAH226 las más sobresalientes fueron las familias 2, 5 y 1. La evaluación permitió definir las familias sobresalientes para continuar con el proceso de mejoramiento genético.

Palabras Clave: Selección Recurrente, Selección de familias, Poblaciones nativas, Maíz Ratón.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS			
IV			
DEDICATORIA.....			
. V			
RESUMEN			
VI	ÍNDICE	DE	CUADROS
.....			IX I. INTRODUCCIÓN
.....			1
1.1	Objetivos		generales
.....		3	
1.2	Objetivos		específicos
.....		3	
1.3			Hipótesis
.....		3	
II. REVISIÓN	DE		LITERATURA
.....		4	
2.1 Importancia del maíz en México.			
4			
2.2 Importancia de los maíces nativos.			
6			
2.3 Situación actual del maíz en México.			
7			
2.4 Situación actual del maíz nativo en Coahuila.			
8			
2.5 Demanda de grano e importacion.			
9			
2.6 Usos del Maiz en Mexico			
11			

2.7 Selección.	11	
2.8 Selección recurrente.	12	
2.9 Ratón:	14	
III. MATERIALES Y METODOS	16	
3.1 Material	16	genético
3.2 Ubicación.	16	
3.3 Diseño	17	experimental.
3.4 Manejo	17	agronómico.
3.5 Variables	18	evaluadas.
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20	
4.1 Análisis de varianza	20	
4.2 Comportamiento agronómico en las localidades, las poblaciones y los testigos evaluados.	21	
4.3 Selección de familias para las poblaciones evaluadas.	24	
V. CONCLUSIONES	34	
VI. Bibliografía	35	

ÍNDICE DE CUADROS	
Cuadro 1. Cuadro de poblaciones evaluadas y familias de cada una.....	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 2. Ubicación geográfica de la evaluación de las poblaciones de maíz nativo de Coahuila	16
Cuadro 3 Cuadrados medios del análisis de varianza de las poblaciones nativas evaluadas en Buenavista, Saltillo	19
Cuadro 4. Comportamiento de las poblaciones y testigos evaluados.....	22

Cuadro 5. Valores medios de las características agronómicas de las familias de las poblaciones de maíz nativo: COAH016 y COAH077	26
Cuadro 6: Valores medios de la caracterización agronómica de las familias de las poblaciones de maíz nativo: COAH223, COAH226 y COAH270.....	29
Cuadro 7: Valores medios de la caracterización agronómica de las familias de las poblaciones de maíz nativo: COAH217 y COAH227	33
Cuadro 8: Valores medios de la caracterización agronómica de las familias de la población de maíz nativo: COAH238.....	36

I. INTRODUCCIÓN

En México, el maíz es mucho más que un simple cultivo, es el corazón de su historia, su cultura y su identidad. Este grano, ha sido la base de la alimentación y la economía de las civilizaciones mesoamericanas. Para estas culturas, el maíz no solo representa una fuente de sustento, sino que también un profundo significado espiritual y mitológico.

Al ser México el centro de origen, se han registrado 59 razas únicas de un total de 64 reportadas, también es el séptimo productor mundial. Muchas de estas variedades se originaron desde la época prehispánica, aunque en nuestro país ya se utilizan otros tipos de variedades desarrolladas con semillas híbridas. En total, un mexicano consume alrededor de 346.6 kg de maíz al año, por lo que podemos considerarlo como la base de la alimentación mexicana (infocoah, 2024).

Las prácticas de manejo de los campesinos, además de las polinizaciones cruzadas entre parcelas ha sido continua, esto ha contribuido a la adaptación del maíz a lo largo de los años, cuyas siembras abarcan desde el clima tropical a nivel del mar, las zonas montañosas con altitudes de 3000 msnm y hasta las condiciones semiáridas (Perales y Golicher, 2014).

En la selección de semillas, los agricultores se basan en factores cuantitativos y cualitativos, como tamaño de mazorca y grano, altura de planta, rendimiento, resistencias a heladas, al viento, al déficit hídrico (Bennetzen y Hake, 2009), facilidad de desgrane, colores, sabores y texturas. Estas prácticas han permitido que las razas locales evolucionen a lo largo del tiempo, adaptándose a su entorno y el manejo local de cada una de las regiones (Mercer y Perales, 2019) Becerril-Piña y Arevalo-Mejia, 2023).

En las parcelas de cada uno de los productores que cuentan con semillas nativas de cada una de las regiones de nuestro país, han mejorado sus poblaciones a través de la selección masal. La selección recurrente entre familias de hermanos completos

permite seleccionar con una mayor eficiencia las familias más sobresalientes, logrando un aumento en su rendimiento de hasta 0.4 t ha^{-1} en cada ciclo de selección realizado. Este método de selección consiste en tres fases, la primera, en donde se hace la recombinación de las progenies de interés; la segunda, es donde se seleccionan, se evalúan e identifican las mejores progenies de la recombinación; en la fase tres se hace la recombinación de las mejores familias para así lograr obtener un ciclo más avanzado (Paliwal, 2001).

El presente trabajo se realizó con base en este contexto, que consistió en definir aquellas familias de hermanos completos con las características más sobresalientes para la recombinación de las poblaciones e iniciar el siguiente ciclo de selección para la mejora de la producción en la región donde se desarrollan.

OBJETIVOS

1.1 Objetivos generales:

Realizar la selección de familias de hermanos completos dentro de las poblaciones de maíz nativo amarillo de Coahuila de la raza Ratón para que con las sobresalientes se continúe con el proceso de mejoramiento genético.

1.2 Objetivos específicos:

Identificar las familias de hermanos completos sobresalientes con base en características agronómicas y de rendimiento de grano para llevar a cabo la recombinación genética y continuar con el proceso de selección recurrente.

1.3 Hipótesis:

Dentro de cada población de maíz de la raza Ratón existe variación que permite la identificación de familias sobresalientes para realizar la recombinación y mejorar la producción de grano

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del maíz en México.

El maíz es originario de México, y por la evidencia encontrada en Tehuacán, Puebla, se sabe que su cultivo inicio hace siete mil años; su domesticación permitió que los grupos nómadas se volvieran sedentarios convirtiéndose así en el sustento de los pueblos mesoamericanos (SADER, 2023)

Desde tiempos prehispánicos, el maíz ha sido cultivado en todo el territorio mexicano, adaptándose a distintos cambios climáticos, del suelo y sistemas de cultivo. Además, de ser una fuente de alimento básico, el maíz es utilizado en la producción de diversos productos alimentarios como tortillas, tamales, atole, entre algunas otras cosas. Su valor cultural y gastronómico es incalculable, por lo cual, es considerado como patrimonio nacional (Zaragoza, 2023)

El maíz también desempeña un papel crucial en la economía mexicana. El maíz, es un componente clave en la industria de la alimentación animal y la producción de etanol, además de algunos otros productos derivados. El sector del maíz contribuye alrededor del 2% al Producto Interno Bruto (PIB) del país lo que promueve el desarrollo rural en comunidades agrícolas, según datos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), el 70% de los productores de maíz son pequeños agricultores que trabajan en tierras de menos de cinco ha (Historico, 2023).

En el medio rural, el maíz tiene una gran relevancia por su diversidad en formas y usos, así como importancia histórica y cultural (Bourges *et al.*, 2002); ha resultado ser, por sus especiales rutas metabólicas, una verdadera fábrica de productos industriales (harina de maíz, jarabe, palomitas, almidón, etanol, bioplásticos, solventes, medicamentos, etc.) por lo que, sobre todo, en países considerados desarrollados adquiere otro sentido, más utilitario (Mendoza, 2025). El consumo anual por persona en el país es de aproximadamente 345 kg, donde se incluyen las tortillas y los cientos de usos gastronómicos muchos de ellos basados en la nixtamalización (Gálvez *et al.*, 2017).

Los maíces nativos, son todos aquellos que se han conservado a lo largo del tiempo por la práctica de selección de semillas que realizan los agricultores año con año, estos tienen diferentes objetivos con los programas de mejoramiento, como las variedades

de polinización libre, líneas puras e híbridos, estos tienen un gran potencial que brinda información útil para enfrentar el cambio climático año tras año (Figueroa, 2024).

El cultivo del Maíz en México tiene gran diversidad de ambientes, donde los agricultores, indígenas o mestizos, mediante su conocimiento y habilidad, han logrado adaptar y mantener una extensa diversidad de maíces nativos (SADER, 2022)

Los maíces se dividen en: Grupo Cónico, Sierra de Chihuahua, maíces de Ocho hileras, chapalote, razas de maduración temprana, de maíces dentados tropicales y maíces de maduración tardía (SADER, 2022).

A México se le reconoce como centro de origen del maíz y entre la diversidad de la especie se han identificado 59 grupos raciales endémicos, entre 64 encontrados en el país (Anec, 2024). El término grupo racial, se ha utilizado a lo largo del tiempo en el maíz para agrupar individuos o poblaciones que comparten características en común de orden morfológico, ecológico y genético. Las razas se nombran con base en características particulares y distintivas de las mazorcas así como el nombre original que le dieron los grupos indígenas o endémicos que las cultivan y seleccionan a través del tiempo (SADER, 2023).

Los maíces nativos son parte del patrimonio biocultural de México, además son el sustento de miles de familias en comunidades rurales o grupos indígenas, ya que sus usos para la alimentación son muy específicos e indispensables en la cocina tradicional mexicana y para cada uno de los platillos que de ella se desprenden al contemplar los maíces nativos ya que cada uno juega un papel importante y son insustituibles (SADER, 2021).

El maíz nativo es conocido por su diversidad y riqueza de sabores y texturas; cada variedad de maíz es diferente, cada una de ellas contiene características propias que las hacen únicas, lo que lo convierte en un ingrediente muy versátil en la gastronomía. Desde el suave maíz blanco hasta el intenso maíz dorado, cada tipo de maíz nativo tiene un perfil de sabor distintivo que agrega profundidad y autenticidad a cada uno de los platillos que de él derivan (UNAM, 2024).

2.2 Importancia de los maíces nativos.

Desde el teocintle hasta las mazorcas como las conocemos hoy, el proceso de mejoramiento genético tiene una historia de 10 mil años en manos indígenas y campesinos (Sánchez, 2024)

El trabajo de generaciones completas ha dado lugar a 50 razas distintas con cientos de variedades diferentes que se adaptan a diversas necesidades y condiciones agroecológicas, con características diferentes. Esa diversidad de maíces es un patrimonio común, fruto del trabajo de millones de mexicanos que crearon esos maíces a partir de un proceso sencillo de observación, selección y paciente mejora de los granos año tras año (Sánchez, 2024).

La variedad genética de los maices es principalmente en México, porque en estas tierras se originó el maíz y en él existe la diversidad genética necesaria para enfrentar cambios de clima, nuevas plagas o nuevas enfermedades que puedan surgir, por ello, debemos proteger y sembrar esta diversidad que nos garantiza que nunca nos faltara el maíz a los mexicanos (Márquez, 2024)

El maíz nativo mexicano es aquella variedad de maíz que conserva su estructura, sabor, origen y de sus ancestros. Se estima que existen 64 razas diferentes de maíz en México, de las cuales 59 se consideran nativas.

En los estudios recientes sobre la biodiversidad del maíz, se ha discutido ampliamente sobre los diferentes grupos y subgrupos dentro del género *Zea*, del cual proviene el maíz. Si bien el maíz se origina de *Zea parviglumis*, su diversificación se debe a la selección ocurrida por muchos años, además del cruzamiento de esos maíces antiguos con otros géneros de *Zea* como: *Zea mexicana*, *Zea luxurians*, *Zea nicaragüenses*, *Zea huehuetenangensis*, etcétera. A partir de estos procesos, se originaron las razas nativas, que son variedades de maíz adaptadas a condiciones locales específicas gracias al mejoramiento realizado por los pueblos originarios durante generaciones (Zavala, 2024).

2.3 Situación actual del maíz en México.

La degradación edafológica, el cambio climático y la consecuente incremento de la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos, las prácticas agrícolas que se realizan de una manera muy poco sustentable, el monocultivo o el uso excesivo e inadecuado de productos químicos potencialmente nocivos, son algunos de los factores que contribuyen a que muchos de los agricultores mexicanos no logren una producción adecuada (Morales, 2020).

A nivel global, México ocupa el séptimo lugar como productor de maíz, del cual, representa el 88.2% de participación en la producción nacional de granos, el cual, se cultiva en los 31 estados del país. En el 2021, se destinaron más de 7 millones de hectáreas para su cultivo, en donde, alrededor del 25% de cosechas del maíz en grano se logran en los meses de mayo a junio, el 60% se obtienen de noviembre a enero y el otro 15% de julio a octubre (SADER, 2023).

La producción de maíz amarillo en México, en un esquema convencional en 2023 fue de 3,203,368.74 millones de toneladas (mdt); sin embargo, la demanda de este grano fue de 19.7 mdt, por lo tanto, se importan 16,496,631.3 (mdt) lo que significa que se estaría importando el 93.7% de maíz amarillo para abastecer la demanda de este grano (SIAP, 2023).

Los principales estados de México que tuvieron mayor superficie sembrada de maíz en el 2023 son: Chiapas con una superficie sembrada de 688,085.19 ha obteniendo una producción de 1,327,894.58 ton, Veracruz con 598,901.83 ha sembradas obteniendo una producción de 1,342,227.67 ton, Jalisco con 556,497.34 ha sembradas, obteniendo 3,498,653.21 ton, seguido de Sinaloa con 542,413.15 ha de las cuales se obtuvo una producción 6,659,330.77 ton y Oaxaca, con 517,546.88 ha sembradas de las cuales se obtuvieron 708,191.74 ton (SIAP, 2023)

El estado de Coahuila, en el distrito Saltillo, el Municipio de Arteaga tuvo una superficie sembrada de 2,580 ha de las cuales se cosecharon 1,574,70 ton, seguido de General Cepeda con 2,595 ha de las cuales se obtuvieron 668.40 ton, Parras con 1,590 ha,

obteniendo 761.65 ton, Ramos Arizpe con 1,220 ha, con una producción de 474 ton y Saltillo, con 5,130 ha sembradas de las cuales se obtuvo una producción de 600.15 ton, dando un total entre estos cinco municipios de 13,115 ha sembradas, con una producción total de 4,079.30 ton (SIAP, 2023)

De las 13,115 ha sembradas en el estado de Coahuila, 12,057 ha fueron sembradas en una modalidad de temporal, de las cuales se cosecharon 3,984 ha, de estas se siniestraron 8,073 ha, obteniendo 1,171.15 ton (SIAP, 2023)

En el distrito de saltillo se sembraron 5,050 ha en una modalidad de temporal, de las cuales se cosecharon 1515 ha, con 3,535 ha siniestradas, de las cuales se obtuvieron 439.35 ton (SIAP, 2023).

Así mismo, en el estado de Coahuila, se sembraron 3,577 ha en una modalidad de riego, de las cuales ningún ha fue siniestrada, obteniendo 12,846.34 ton, en el distrito de saltillo solamente se sembraron 80 ha, de las cuales todas se cosecharon, obteniendo 160.80 ton (SIAP, 2023)

2.4 Situación actual del maíz nativo en Coahuila.

El maíz nativo ha sido parte integral de la historia y la cultura del mundo durante mucho tiempo, desde los antiguos imperios de los mayas y los aztecas, hasta las comunidades indígenas contemporáneas, el maíz ha sido un alimento básico y sagrado. Su cultivo y consumo están arraigados en las tradiciones y creencias de las comunidades indígenas trascendiendo su importancia hasta lo culinario (UNAM, 2024).

Dentro del maíz nativo del estado de Coahuila, existen distintas razas de maíz, cada una con distintas características, que los hacen únicos, estas variedades se diferencian por su color, tamaño, textura y sabor, lo que las hace ideales para para distintas ocasiones y platillos.

Una de las variedades más conocidas de maíz nativo es el maíz blanco, que se caracteriza por su suavidad y dulzura, otra de las variedades destacada es el maíz

morado, que se distingue por su intenso color púrpura y sabor ligeramente dulce, otros maíces nativos es el amarillo, rojo y azul, cada uno con características diferentes que los hacen únicos.

En muchas de las comunidades rurales, el maíz nativo es una fuente de ingresos importantes para los agricultores y sus familias. La venta de maíces nativos y productos derivados, como harina de maíz y tortillas, proporciona una fuente de ingresos estable y sostenible, ayudando a mejorar la calidad de vida de las personas y reducir la pobreza.

En el estado de Coahuila, en 2017 se sembraron 30,728 ha de maíz para grano, de las cuales, en el sureste del estado se sembraron 27,061 ha (88.1%) y de estas el 95.4% fue bajo condiciones de temporal (SIAP, 2023), principalmente con poblaciones nativas. Las poblaciones nativas están estrechamente relacionadas con las condiciones del ambiente de producción y adaptación (temperatura, precipitación y altitud) y a los usos que se le da a cada grano principalmente (Wellhausen *et al.*, Ruiz *et al.*, 2008) En el sureste del estado de Coahuila, se han identificado ocho grupos raciales: Celaya, Cónico Norteño, Elotes Cónicos, Elotes Occidentales, Olotillo, Ratón, Tuxpeño, Tuxpeño Norteño en una amplitud entre los 887 a 2557 m (Wellhausen *et al.*, 1951; Rincón *et al.*, 2010; Rincón y Ruiz, 2015).

2.5 Demanda de grano e importación.

La alimentación del ganado para la producción de leche y aves de postura representan la principal demanda del grano importado en México, por ello, el maíz amarillo es el grano que más se importa en México cuyo volumen comprado ha mostrado un incremento anual de 2,577,000 toneladas desde 2023 (Perea, 2024).

Con un consumo promedio por persona al año de 196.4 kg de maíz (blanco), este cultivo es la base de la alimentación de la población mexicana y que abarca cerca del 85% del volumen total de producción en el país. Aun así, el maíz que México produce no alcanza para cubrir las necesidades del consumo interno por lo cual se debe

importar de otros países (Estados Unidos principalmente) (Morales, Maíz, herencia y futuro de México, 2020).

Estados Unidos, desde el 2023 ha sido la fuente principal del grano, que demanda la industria, otro proveedor ha sido Brasil, seguido de Argentina, Canadá y Francia con cantidades limitadas (SIAP, 2023).

México, es autosuficiente en la producción de maíz, pero no así en el maíz amarillo (Wegier *et al.*, 2018) En el año 2020, México rompió récord en compras de maíz al extranjero, en particular proveniente de Estados Unidos, donde el maíz amarillo, que es rico en aceite, se convirtió en el preferido para los engordadores de ganado y de la industria de aceites comestibles. Las importaciones de Maíz amarillo, en 2019 fueron de casi 16 millones de toneladas (Vargas, 2024).

Una de las razones por las cuales México se ve precisado a realizar compras de alimentos en el extranjero, es porque los índices de productividad agrícola y pecuaria no han sido proporcionales al incremento de la población, la demanda alimentaria de maíz amarillo se ubica por encima de la oferta del mismo (Vargas, 2024).

2.6 Usos del maíz en México

La forma en la que se procesa y consume el maíz varía mucho de un país a otro (Ranum *et al.*, 2014). En México, se le da múltiples usos y aplicaciones como son granos tiernos en elotes, tamales de elote, atoles, pozole, grano seco para fabricar pinole y mazapán; nixtamal y masa para hacer las tortillas (Flores *et al.*, 2007). El grano procesado y fermentado se usa para hacer bebidas refrescantes conocida como

tejuino, que se elabora para el consumo propio y para su venta, principalmente en los Estados de Nayarit y Jalisco.

El maíz blanco, principalmente se emplea para la ganadería y la gastronomía, en ella destacan los productos como aceite de maíz, harina de maíz que se usa para la elaboración de panes y tortillas, palominas de maíz, snacks salados, cereal, jarabe de maíz, goma de mascar y caramelos, fécula de maíz, gelatina y algunos productos dietéticos (Jaime-Vargas, 2024)

Algunos de los usos más comunes en la gastronomía mexicana destacan las tortillas hechas de manera manual, tamales de diversos tipos, sopes, tlacoyos, quesadillas, tlaxcales (gorditas, dulces), pan, etc., (SADER, 2019).

El grano amarillo se utiliza para el procesamiento industrial, es la principal fuente de energía para el ganado, contribuye principalmente a la pigmentación de la piel de los pollos y la yema de los huevos, utilizado para la fabricación de alimentos, en la industria se usa para producir almidón, frituras, hojuelas y otros productos como el etanol.

Del total del maíz amarillo que se importa en México, se destinan a fomentar la producción de carne de res, de cerdo, pollo, huevo y leche. También lo utilizan las industrias de aceites y grasas (Jaime-Vargas, 2024).

2.7 Selección.

En maíz, la selección se refiere al proceso de elegir plantas o mazorcas con características deseadas para utilizarlas en la reproducción de las siguientes generaciones, con el objetivo de mejorar la calidad y el rendimiento del cultivo. Esta selección se puede realizar de forma masal, donde se eligen individuos con buenas características dentro de una población, o de manera aún más específica, como en la selección de mazorcas por surco (Geraldí, 1997).

En la selección recurrente, las unidades de selección se consideran un individuo, una familia o la progenie de un cruzamiento. Las metodologías de selección son diversas, pero se ha logrado mejorar características agronómicas que a menudo son heredadas de manera cuantitativa. La selección masal es el primer método empleado por los productores, y se basa en el fenotipo de las plantas y cuya metodología no involucra la evaluación de las progenies (Paliwal, 2001).

Las metodologías de selección, pueden modificarse acorde a las necesidades de los productores; no obstante, de forma general están disponibles para los productores. En general, se ha buscado desarrollar metodologías simples que el productor pueda llevar a cabo, o sin necesidad de amplios conocimiento técnicos y metodológicos.

2.8 Selección recurrente.

La selección recurrente es un proceso cíclico de selección-recombinación entre individuos sobresalientes, diseñado para acumular combinaciones de genes favorables, mantener la variabilidad genética (Ramya *et al.*, 2016) y obtener avances genéticos y tiene diversos beneficios tales como el rápido desarrollo de un ciclo de selección y la creación de genotipos superiores por la acumulación continua de alelos favorables, gracias a la facilidad de cruzamiento entre docenas de líneas progenitoras (Pang *et al.*, 2017), lo cual permite la ruptura de bloques de ligamiento.

La selección recurrente se base en tres fases: a. desarrollo de las unidades de selección, que pueden ser individuos o familias, b. la evaluación y selección de los individuos y familias desarrolladas, regularmente mediante polinización controlada y c. la recombinación de aquellas unidades de selección superiores acorde a la presión de selección. La repetición de un ciclo completo a conducido a la denominación de selección recurrente, que termina hasta que la población posee las características deseables.

El principal objetivo del mejoramiento poblaciones a través de la selección recurrente es mejorar la media poblaciones a través de la selección de individuos con incrementos graduales y continuos, eliminando los individuos más deficientes en cada ciclo y recombinando los individuos superiores para generar una nueva población mejorada.

La recombinación es de gran importancia para renovar la variabilidad genética que permite la acumulación de genes deseables. Esto mejora la expresión de la población acorde al objetivo de la selección. Dado que el proceso se repite continuamente es necesario mantener la variabilidad genética de la población con lo cual la selección y el mejoramiento continuaran siendo efectivos.

Esta metodología de mejora genético es reconocida por incrementar la frecuencia de alelos favorables de uno o más caracteres agronómicos que se heredan de manera cuantitativa y por qué se llega a eliminar hasta un 50% de los alelos indeseables después de que se hacen cada autofecundación lo que permite fijar caracteres de interés que se heredan de forma aditiva (Márquez, 1985; Hallauer *et al.*, 2010).

Este método se recomienda para caracteres de baja heredabilidad ya que mejora la media poblacional y mantiene la variabilidad genética de la población, lo cual permite continuar la selección a través de los ciclos de mejoramiento (Gelasino-Díaz *et al.*, 2021)

La selección recurrente no solamente se usa para mejorar las ganancias por rendimiento en grano, sino que también ayuda a mejorar distintas características del maíz, haciéndolo más precoz; Carlos *et al.*, 2021, demostraron anancia en ciclos de selección recurrente y la resistencia al carbón de la espiga; los resultados mostraron disminución en los días a floración masculina de -1.51 y -1.61 días y para la floración femenina -1.8 y .2.2 días lo cual indicó que conforme avanzan los ciclos de selección las poblaciones tienden a ser más precoces.

2.9 Ratón:

La raza Ratón es precoz con adaptación a condiciones subtropicales y para áreas semidesérticas bajo sistemas de temporal y riego; su adaptación altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 1,800 m. Se caracteriza por sus mazorcas semicilíndricas de grano dentado y semidentado en los que predominan el color blanco, aunque también se llega a encontrar de color amarillo y azul oscuro (Ortega 1985).

Su distribución en México es principalmente en los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí, aunque, recientemente se han reportado en algunas zonas de Veracruz, Guerrero y Morelos) (CONABIO, 2020)

Una de las principales características de esta raza Ratón es que tiene bajos requerimientos de humedad. Es un poco sensible al fotoperiodo, por lo que tiene potencial para el mejoramiento de maíces para los países de altas. Esta variedad ha sido usada como fuente de germoplasma para la formación de materiales de porte bajo, con muy buena precocidad y para siembras en alta densidad (CONABIO, 2022)

Ratón, es una raza que presenta características agronómicas útiles para el mejoramiento genético: son plantas cortas, resistentes a vientos y por tanto al acame, baja sensibilidad al periodo, excelentes características de cobertura de mazorca y de grano, entre otras, las colectas de este se han utilizado ampliamente como material de partida en el desarrollo de materiales mejorados (CONABIO, 2020)

La adaptabilidad que tiene esta raza a las bajas precipitaciones y producción en periodos cortos les hacen importantes candidatos como fuentes de genes para desarrollo de materiales y para su cultivo en zonas susceptibles a las variaciones climáticas (Muñoz, 2003; Ortega, 1985, CONABIO, 2010).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Material genético.

El estudio consistió de la evaluación de 76 Familias de Hermanos Completos (FHC) derivadas de 9 accesiones de maíz del grupo racial Ratón del estado de Coahuila, que pertenecen a la colección de Semillas Ortodoxas Región Norte del Sistema Nacional del Recursos Fitogenéticos.

Cuadro 1. Cuadro de poblaciones evaluadas y familias de cada una.

POBLACIÓN	FAMILIAS
COAH070	3
COAH077	10
COAH079	3
COAH016	10
COAH217	7
COAH223	4
COAH226	5
COAH227	12
COAH238	22

3.2 Ubicación.

El estudio se realizó en el ciclo Primavera-Verano (PV) 2023, para esto se estableció una localidad representativa de lo que es la región sureste de Coahuila: “El Bajío” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con ubicación en Buenavista, Saltillo, Coahuila (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ubicación geográfica de la evaluación de las poblaciones de maíz nativo de Coahuila.

Coordenadas geográficas	El Bajío, Buenavista, Saltillo, Coahuila.
Latitud Norte	25° 21' 30" N
Longitud Oeste	101° 02' 18" W
Altitud (msnm)	1733
Temperatura media anual.	16.8 °C
Precipitación	400 mm

(INEGI, 2020).

3.3 Diseño experimental.

El experimento se llevó a cabo en un diseño de bloques incompletos con arreglo aleatorio. La aleatorización del diseño se realizó con un paquete estadístico

3.4 Manejo agronómico.

Siembra: La siembra en el Bajío, Buenavista se estableció el 5 de mayo.

Fertilización: La dosis usada de fertilizante en esta localidad fue de 120-80-80; en donde se aplicó la mitad de Nitrógeno y la totalidad del fosforo y Potasio al momento de la siembra; la otra mitad de Nitrógeno se aplicó previo al aporque; los fertilizantes usados fueron 17-17-17 y 46-00-00.

Riego: Esta localidad fue evaluada bajo riego por goteo; cada uno de los riegos se definía con base en las necesidades del cultivo en esta localidad.

Labores culturales: Las aplicaciones que se realizaron de insecticidas y herbicidas se hicieron de acuerdo a las necesidades que presentaba el cultivo, a su vez el aporque, el aclareo y la escarda fueron actividades que se realizaron en el desarrollo del cultivo.

3.5 Variables evaluadas.

Las variables que se consideraron para esta evaluación se mencionan a continuación, estas se definieron con base en un análisis gráfico de dispersión de componentes principales:

Altura de la planta (ALPTA): se estimó mediante plantas dentro del promedio con competencia completa en cada repetición, considerando la longitud que va desde la base del tallo hasta la lígula de la hoja bandera.

Días a floración femenina (DFF): se contaron los días transcurridos desde el día de la siembra, hasta que el 50 + 1 % de las plantas de la parcela estuvieran en estigma.

Días a floración masculina (DFM): para la estimación de esta variable, se inició el conteo desde el día de la siembra, hasta que el 50 + 1 % de las plantas de la parcela estuvieran en antesis.

Longitud de la mazorca (Lmz): Se realizó considerando la longitud desde la base hasta la punta de la mazorca utilizando una cinta métrica.

Peso de la mazorca (Pmaz): Para estimar el cálculo de esta variable se utilizó una balanza semianalítica, este proceso se realizó en cada una de las mazorcas.

Diámetro de Mazorca (DMZ): Se realizó midiendo la parte central de la mazorca, para obtener datos más precisos se utilizó un vernier.

Diámetro del olote (Dolo): Esta variable se calculó midiendo la parte central del olote, se utilizó un vernier para obtener datos más precisos.

Rendimiento de grano (RTO, en t ha⁻¹ y ajustado a 14% de humedad): Esta variable se estimó tomando en cuenta el porcentaje de desgrane y el peso seco (PS) con un factor de conversión (FC) considerando los siguientes pasos:

Para la estimación del peso seco (PS) se multiplico el peso de campo obtenido del grano por el contenido de humedad en la unidad experimental:

$$PS = PC \times [1 - (HUM/100)]$$

Enseguida, el PS se multiplico por un factor de conversión (FC) para estimar el rendimiento del grano en t ha⁻¹, al 14% de humedad de la siguiente manera:

$$FC = [100 / 86] \times (10,000 / APU) / 1,000 \text{ Donde:}$$

El área de la parcela útil (APU), se determinó mediante un numero de plantas por unidad: la distancia entre plantas por distancia entre surcos (21 x 0.20 x 0.80m); 100 / 86 fue el coeficiente utilizado para obtener el rendimiento al 14% de contenido de humedad del grano; 1,000, es un valor usado como constante para calcular el rendimiento por ha; y 10,000 es la superficie que tiene una ha en m².

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de varianza

En el Cuadrado 3, se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza (ANAVA) para la selección de las mejores familias de diferentes poblaciones de la raza Ratón. Entre los Genotipos, se encontraron diferencias altamente significativas para RTO, DFM, DFF, ALTPTA, LMZ, DMZ y DOLO ($P \leq 0.01$) excepto para PMZ.

En las Poblaciones se encontraron diferencias altamente significativas para cada una de las variables, esto debido a que entre ellas existen amplia variación asociada con su origen ecológico y genético. Las familias dentro de cada población mostraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para todas las variables, esto indicó que entre las familias en al menos una población existen diferencias, esto permite hacer la selección de las superiores.

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza de las poblaciones nativas evaluadas en Buenavista, Saltillo.

FV	GL	RTO	DFM	DFF	ALTPTA	PMZ	LMZ	DMZ	DOLO
Rep	1	8.67 **	3.82 **	18.95 **	29.19 **	2.17 **	7.08 **	0.06 Ns	0.55 ns
Bloq(Rep)	7	0.49 ns	2.53 **	3.31 **	0.67 ns	1.5 **	3.17 **	1.97 **	1.07 **
Genotipos	72	2.31 **	5.12 **	4.7 **	1.86 **	0.97 ns	1.54 **	2.1 **	3.92 **
Pob	8	2.59 **	13.92 **	6.54 **	5.02 **	1.62 **	3.21 **	4.94 **	7.32 **
Fam(Pob)	64	2.28 **	4.02 **	4.47 **	1.46 **	0.88 ns	1.33 **	1.75 **	3.5 **
Error	72	2.7636	2.117	2.8521	216.24	4216.9	1.513	6.384	1.6906
CV	2.01	28.167	2.011	2.2534	8.0129	66.427	9.148	5.907	4.9592

*, **, Significativo al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad, respectivamente, FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; DFM=Días a Floración Masculina; Días a Floración Femenina; ALTPTA= Altura de Planta; PMZ= Peso de Mazorca; RTO= Rendimiento; LMZ= Longitud de Mazorca; DMZ= Diámetro de Mazorca; DOLO= Diámetro de Olot.

4.2 Comportamiento agronómico en las localidades, las poblaciones y los testigos evaluados.

En el cuadro 4, se muestran los valores medios de las Poblaciones y los Testigos evaluados. En las poblaciones, de acuerdo a las pruebas de medias, en la variable RTO, hubo diferencias altamente significativas en donde destacan las poblaciones COAH23 y COAH227 con un rendimiento de 7.4 t ha^{-1} cada una, la población COAH016 fue la más baja en esta variable con una diferencia de 2.4 t ha^{-1} . Para los DFM, la población COAH227 fue la más tardía con 77 días, la más precoz fue la población COAH226, teniendo entre estas una diferencia de 7.2 días. En DFM, la población que destaca con su precocidad es la familia COAH226 con 70.5 días, la población más tardía fue COAH016 con 80.3 días. Para ALTPTA, existen diferencias altamente significativas, en donde, la población COAH070 fue la de mayor longitud con 216 cm, la población COAH238 fue la de menor tamaño con 170 cm, teniendo una diferencia de 46 cm. Para la variable PMZ, la población COAH070 es la que tiene un mayor peso con 129.1 g, la de menor peso fue la población COAH227 con 77 g. En la variable LMZ, existen diferencias altamente significativas, en la cual, destaca la población COAH226, con 15.7 cm, la población con menor longitud fue COAH227 con 12 cm, en DMZ, la población con mayor longitud fue COAH227 con 46.4 mm, COAH226 fue la de menor tamaño con 39.9 mm, finalmente, en la variable DOLO, la población COAH 227 fue la de mayor diámetro con 27.9 mm, la de menor diámetro fue COAH077 con 24.6 mm.

Tomando en cuenta las medias de las poblaciones y los testigos, destacan Pool18 con 8.1 t ha^{-1} , con una diferencia de 0.7 t ha^{-1} , sobre la población con mayor rendimiento que fue COAH238 y COAH227. En DFM el testigo Pool17 mostro ser más precoz que las poblaciones con 65.5 días, la más precoz de las poblaciones fue COAH226 con

69.8 días. Para DFF el testigo Pool17 fue más precoz que las poblaciones con 68.5 días, con una diferencia de 2 días, sobre COAH226 que fue la más precoz de las poblaciones. En ALTPTA, COAH070 fue la población más alta sobre los testigos con una diferencia de 27 cm, los testigos más altos fueron Pool34 y Pool33 con 189 cm. En PMZ, COAH077 sobresalió sobre los testigos con 129.1g, el testigo Pool34 con 125.25 g, en la variable LMZ la población COAH226 con 15.7 cm sobresalió sobre los testigos, siendo Pool33 y Pool34 los de mayor longitud con 14.85 cm cada uno. En DMZ, COAH227 fue la más sobresaliente con 46.4 mm, el testigo con mayor diámetro fue Pool33 con 42.75 mm, finalmente, para la variable DOLO COAH227 con 27.9 mm sobresalió sobre los testigos, solamente con 0.2 mm.

4.2 Comportamiento agronómico de las poblaciones y testigos evaluados

Cuadro 4. Comportamiento de las poblaciones y testigos evaluados.

RTO	DFM	DF	ALPTA	PMZ	LMZ	DMZ	DOLO	t	ha	d	d	cm	G	cm	mm	mm	
	COAH227	7.4	a	77.0	a	75.8	bc	189.0	cd	77.0	cde	12.0	c	46.4	a	27.9	a
	COAH226	6.6	ab	69.8	c	70.5	d	210.0	ab	68.0	e	15.7	a	39.9	c	22.8	cd
	COAH077	5.7	ab	73.0	b	73.0	cd	194.8	bc	129.1	a	14.2	ab	41.0	b	24.6	c
	COAH223	5.2	b	71.5	bc	76.8	b	173.5	de	109.0	c	12.9	bc	43.4	ab	24.9	bc
	COAH079	4.9	bc	71.5	bc	76.8	b	177.3	cd	113.3	bc	12.9	bc	43.4	ab	24.9	bc
	COAH070	4.9	bc	75.0	ab	76.0	bc	216.0	a	117.8	ab	13.6	b	42.0	bc	25.4	ab
	COAH016	4.9	bc	75.5	ab	80.3	a	192.0	bc	124.4	ab	13.9	ab	42.2	bc	26.1	ab
	Media	5.9		73.0		75.1		190.3		103.0		13.6	ab	42.7	bc	25.5	
	DMS	1.91		1.75		1.9		15.08		28.83		1.4		3.1		1.67	
Testigos	Pool18	8.1	a	73.5	a	77	a	167	a	85.75	a	11.27	a	40.45	a	27.47	a
	Pool34	7.6	a	75.5	a	77	a	189	a	125.25	a	14.85	a	42.47	a	27.37	a
	Pool17	4.4	a	65.5	a	68.5	a	165	a	70.5	a	11.27	a	40.45	a	27.47	a
	Pool33	3.7	a	71.5	a	77	a	189	a	125.25	a	14.85	a	42.75	a	27.37	a
	Media	5.95		71.5		74.875		177.5		101.69		13.06		41.53		27.42	

Población	COAH238	7.4	a	70.5	bc	72.0	cd	170.0	e	85.2	cd	13.7	ab	43.3	ab	27.1	ab
-----------	---------	-----	---	------	----	------	----	-------	---	------	----	------	----	------	----	------	----

Floración masculina; DFF= Días de Floración Femenina; ALPTA; Altura de Planta; PMZ= Peso de mazorca; LMZ= Longitud de mazorca; DMZ= Diámetro de Mazorca; DOLO= Diámetro del Olote; DMS= Diferencia Significativa Mínima.

23

DMS	7.01	5.4	7.1	67.8	106.5	5.26	9.51	4.6
-----	------	-----	-----	------	-------	------	------	-----

Medias con letras iguales dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$,) RTO= Rendimiento; DFM= Días de

4.4 Selección de familias para las poblaciones evaluadas.

En el Cuadro 5, se presentan las familias de la población COAH016, en la cual se encontraron rendimientos que van de 11.4 a 2.4 t ha⁻¹, esto quiere decir que hubo una diferencia de 9.0 t ha⁻¹, la familia con mayor rendimiento fue la 10 con un valor de 11.4 t ha⁻¹, mientras que la familia de menor rendimiento fue la 1 con 2.4 t ha⁻¹. Para la variable de floración (DFM y DFF), ninguna familia mostró diferencias significativas, aunque la variación de los DFM fue de 72.5 a 80 días y DFF de 75.5 a 83 días, es decir, diferencias al de al menos 8 días.

En el resto de las variables, no hubo diferencias significativas entre las poblaciones, es decir, las familias de la población COAH016 no mostraron diferencias para la ALTPTA, PMZ, LMZ, DMZ y DOLO; no obstante, se observó que el rendimiento sobresaliente de algunas poblaciones se explicó con base en los componentes del rendimiento como el peso de la mazorca, la longitud y el diámetro de la mazorca.

Entre las familias, para la altura de la planta hubo una diferencia de 47.5 cm; para PMZ la variación fue de 156.25 a 98.25 g; en LMZ los valores fueron de 15.75 a 13.77 cm; el DOLO fue de 23.25 a 28.07 mm. Con base en los resultados obtenidos, se consideró que las familias sobresalientes fueron la 10, 8, 3, 7 y 4.

En la población COAH077 (Cuadro 5), no se encontraron diferencias significativas para RTO, aunque, la variación fue de 9.15 a 5.45 t ha⁻¹, con una diferencia 3.7 t ha⁻¹, siendo la familia 3 de mayor rendimiento mientras que la familia con el menor rendimiento fue la 7. Para DFM, se encontraron diferencias altamente significativas con una diferencia de 8 días, siendo la familia 7 la más tardía con 76 días y la familia 6 con 68 días como la más precoz. En DFF se encontraron diferencias altamente significativas con una diferencia de 8 días, en donde la familia más tardía fue la familia 7 con 77 días y la más precoz fue la familia 6 con 69 días.

Para la ALTPTA se observaron diferencias de hasta 39 cm siendo la familia 4 la más alta con 215.5 cm y la familia 10 la más baja con 176.5 cm. Para Pmz las diferencias no fueron significativas; sin embargo, la diferencia fue de 68.75 g, siendo la familia 4 la de mayor peso con 177.75 g y la familia 10 la de menor peso con 109 g.

Para LMZ no hubo diferencias significativas, aunque la familia con mayor longitud de mazorca fue la 8 con 15.65 cm y la familia 6 con 12.6 cm, en donde hubo una diferencia de 3.05 cm. En el DMZ no existen diferencias, pero la familia con mayor diámetro de mazorca fue la 4 con 44.6 mm y la familia 7 con 39.35 mm fue la de menor diámetro con una diferencia entre ambas de 5.25 mm. En el DOLO la variación fue de 22.7 a 28.7 mm.

Con base en su expresión las familias seleccionadas fueron 10, 8 y 3 para COAH016 basándose en RTO y para COAH077 3, 5 y 8.

Cuadro 5. Valores medios de las características agronómicas de las familias de las poblaciones de maíz nativo: COAH016 y COAH077.

Población FAM		RTO t ha	DFM d	DFF d	ALTPTA Cm	PMZ g	LMZ cm	DMZ mm	DOLO mm		
COAH016	10	11.4 a	72.5 a	75.5 a	169.0 a	147.0 a	15.7 a	44.3 a	25.2 a	8	8.3
	ab	73.5 a	78.5 a	206.5 a	125.3 a	14.8 a	36.8 a	24.5 a			
	3	6.0	ab	75.0 a	78.0 a	186.5 a	139.5 a	14.1 a	43.1 a	25.3 a	
	7	5.9	ab	76.0 a	80.0 a	216.0 a	136.0 a	15.0 a	41.3 a	25.0 a	
	4	5.4	ab	77.0 a	83.0 a	168.5 a	156.3 a	15.3 a	43.8 a	25.4 a	6
	4.3	ab	75.0 a	80.5 a	191.0 a	106.5 a	13.9 a	37.7 a	24.1 a		
	2	3.4	ab	75.0 a	76.0 a	187.5 a	114.3 a	13.7 a	42.9 a	28.2 a	
	9	3.1	ab	80.0 a	81.0 a	171.5 a	98.25 a	12.5 a	39.4 a	23.2 a	5
	2.8	ab	77.0 a	81.0 a	200.0 a	133.8 a	14.0 a	43.2 a	24.6 a		
1	2.4	b	77.5 a	82.5 a	193.0 a	125.0 a	14.2 a	41.9 a	28.0 a		
COAH077		3	9.1 a	74.0 abc	ab	ab	104.3 a	14.0 a	44.6 a	28.7 a	
	5	8.3 a	69.0 de	70.5 bc	196.0 abc	99.2 a	12.1 a	42.5 a	26.3 a		
	8	7.6 a	73.5 abcd	73.5 abc	193.0 abc	125.0 a	15.6 a	41.1 a	23.8 a		
	6	7.4 a	68.0 e	69.0 c	188.0 abc	103.8 a	12.6 a	43.7 a	27.9 a		
	9	7.0 a	74.5 ab	74.0 abc	201.0 abc	116.0 a	14.7 a	40.4 a	24.1 a		
	2	7.0 a	76.0 a	77.0 a	193.5 abc	98.2 a	13.1 a	41.5 a	25.8 a		
	1	6.75 a	74.0 abc	74.5 abc	201.0 abc	95.2 a	12.5 a	41.7 a	25.5 a		
	4	6.7 a	70.5 bcde	72.0 abc	215.5 a	117.8 a	13.7 a	44.6 a	26.2 a		
	10	5.6 a	72.5 abcde	72.5 abc	176.5 c	109.0 a	14.1 a	39.3 a	22.7 a		
	7	5.4 a	69.5 cde	72.0 abc	182.5 bc	103.0 a	13.5 a	39.3 a	24.5 a		
DMS		6.8	4.5	5.9	32.2	78.8	6.1	10.4	7.1		

DMS	_____	<u>7.7</u> 8.9	<u>8.3</u> 76.0	<u>102.3</u> 213.0	67.7	_____	<u>11.2</u>	<u>9.2</u> 4.9
-----	-------	----------------	--------------------	-----------------------	------	-------	-------------	----------------

Pob= Población; RTO= Rendimiento; DFM= Días de Floración masculina; DFF= Días de Floración Femenina; ALPTA; Altura de Planta; Pmz= Peso de Mazorca; LMZ= Longitud De Mazorca; DMZ= Diámetro de Mazorca; DOLO= Diámetro del Olote; DMS= Diferencia Significativa Mínima.

En el cuadro 6 se observan las medias de las poblaciones COAH223, COAH226 y COAH070.

En las poblaciones COAH223, COAH226 y COAH070 (Cuadro 6), las familias no mostraron diferencias significativas, en donde podemos observar que los valores medios en cada una de las variables son muy similares entre sí, lo cual nos indica que existe una variación limitada dentro de esta población, por lo tanto, se puede realizar recombinación genética de las diferentes familias evaluadas.

Cuadro 6. Valores medios de la caracterización agronómica de las familias de las poblaciones de maíz nativo: COAH223, COAH226 y COAH270.

		RTO		DFM		DFF		ALTPTA		PMZ		LMZ		DMZ		DOLO					
Población	FAM	t	ha	d		d		cm		G		Cm		mm		mm					
COAH223	9	7.4	a	69.5	a	70.0	a	177.0	a	139.0	a	13.4	a	45.0	a	27.1	a	11	5.7		
						a		68.0	a	69.0	a	170.0	a	96.7	a	12.2	a	42.1	a	26.0	a
	8	5.6	a	71.	a	72.0	a	158.0	a	109.0	a	11.6	a	44.6	a	26.7	a				
	10	5.3	a	70.0	a	71.0	a	179.0	a	128.0	a	13.5	a	45.0	a	27.9	a				
				10.0		6.5		35.2		64.8		2.8		14.7		18.2		DMS			
		6.9																			
COAH226	2	6.9	a	74.0	a	76.5	a	210.0	a	130.8	a	13.2	a	44.0	a	26.3	a				
	5	4.5	a	77.0	a	81.0	a	241.0	a	97.0	a	12.0	a	46.0	a	28.1	a				
	1	3.9	a	77.0	a	80.5	a	191.0	a	106.8	a	11.4	a	44.7	a	26.4	a				
	4	3.9	a	77.0	a	80.0	a	218.0	a	103.0	a	11.2	a	46.4	a	27.1	a				
	3	3.5	a	77.0	a	80.0	a	198.5	a	82.5	a	10.5	a	45.1	a	29.6	a				
DMS			1.6			1.6		1.6		1.6		1.6		1.6		1.6		1.6		1.6	
COAH070	2	7.8	a	76.0	a	76.0	a	220.5	a	102.0	a	12.2	a	45.4	a	29.3	a				
	1	7.2	ab	75.0	a	76.5	a	216.0	a	113.8	a	13.3	a	45.5	a	27.6	a				
	3	6.8	b	73.5	a	74.5	a	188.5	a	84.5	a	12.8	a	42.5	a	27.8	a				
DMS			1.0		6.3		2.4		78.8		219.3		5.0		14.6		12.0				

Pob= Población; RTO= Rendimiento; DFM= Días de Floración masculina; DFF= Días de Floración Femenina; ALPTA; Altura de Planta; Pmz= Peso de Mazorca; Lmz= Longitud de Mazorca; DMZ= Diámetro de mazorca; Dolo= Diámetro del olote; DMS= Diferencia Significativa Mínima

En el cuadro 7 se muestran las medias de las poblaciones COAH217 y COAH227. En la población COAH217, en la variable RTO hubo familias sobresalientes; la familia con mayor rendimiento fue la 4 con 9.4 t ha^{-1} , seguida de la familia 5 con 5.4 t ha^{-1} y la familia 1 con 5.4 t ha^{-1} . Los resultados nos muestran una variación de 4 t ha^{-1} . En la variable DFM, existen diferencias altamente significativas en donde destaca la familia 4 por ser la más precoz con 59.5 días, seguida de la familia 2 con 69.5 días, dentro de esta variable en las distintas familias existe una diferencia de 15.5 días. Para DFF, existen diferencias significativas dentro de las familias, siendo la familia 6 la más tardía con 80 días y la familia 4 con 71 días la más precoz; dentro de estas familias existe una diferencia de 9 días. Los resultados nos muestran que existe una relación de los DFM y DFF con RTO, en donde destaca la familia 4, siendo la de mayor RTO y la más precoz.

En las variables ALTPTA, no se encontraron diferencias significativas, aunque hubo un rango de 69.5 cm; en PMZ no se mostraron diferencias con alto nivel de significancia, pero hubo un intervalo de 61 g. En LMZ, las medias nos muestran que no existen diferencias con significancia, destaca la familia 4 con una longitud de 14.8 cm; en DMZ no existen diferencias con alto nivel de significancia, destacando la familia 3 con 44.6 mm y DOLO no existen diferencias significativas dentro de esta variable para cada una de las familias, aunque, podemos destacar que el mayor diámetro lo mostro la familia 3 con 27.1 mm.

En la población COAH227, para la variable RTO no se encontraron diferencias significativas, aunque destaca la familia 4 con 6.4 t ha^{-1} , siendo esta la del valor mas alto, la familia 10 fue la de menor rendimiento con 3.8 t ha^{-1} , la diferencia entre estas 2 familias es de 2.6 t ha^{-1} . Para la variable DFM, hubo diferencias altamente significativas en las cuales, la familia 11 es la mas precoz con 69.5 días, seguida de la familia 5 con 71 DFM y la familia 1 con 71.5 días, en esta variable existe una diferencia de 5.5 días, siendo las familias 2 y 9 las más tardías con 75 DFM. En DFF hubo diferencias con diferencias de alto nivel de significancia, en donde se destacan la familia 5 como la más precoz con 73 días y las familias 2 y 9 como la más tardía con 80 DFF, teniendo una diferencia dentro de esta variable de 8 días.

Para las variables ALTPTA, PMZ, LMZ, DMZ y DOLO, no mostraron diferencias significativas y se observó que efectivamente los valores medios en estas variables son muy similares, lo que indica que existe una variación limitada dentro de esta población y por lo tanto puede realizarse recombinación de las familias más destacadas en RTO, DFM y DFF.

Cuadro 7: Valores medios de la caracterización agronómica de las familias de las poblaciones de maíz nativo: COAH217 y COAH227.

Población FAM	RTO t ha	DFM d	DFF d	ALTPTA dm	PMZ g	LMZ Cm	DMZ mm	DOLO mm
COAH217	4 9.4 a 59.5 b 71.0 c 179.0 a 130.7 a 14.8 a 42.9 a 25.7 a 5 5.4 b 71.5 ab 76.0 ab 116.5 a 117.0 a 13.7 a 41.5 a 24.9 a 1 5.4 b 71.5 ab 73.0 bc 168.5 a 117.2 a 14.7 a 42.9 a 27.1 a							
2	4.9 b	69.5 b	73.0 bc	186.5 a	90.5 a	13.5 a 40.7 a	26.8 a	
6	4.4 b	75.0 a	80.0 a	164.0 a	125.2 a	14.2 a 42.7 a	26.2 a	
3	4.1 b	69.5 b	71.0 c	163.5 a	146.0 a	14.3 a 44.6 a	27.1 a	
7	4.1 b	75.0 a	79.0 a	175.5 a	85.0 a	13.0 a 38.2 a	25.5 a	
DMS	2.1	5.2	4.6	30.8	132.0	5.6	13.5	5.1
COAH227	4 6.4 a 73.0 78.5 abcd ab 193.5 a 96.5 a 12.7 a 39.4 a 24.8 a							
5	5.9 a	71.0 bcde	73.0 d	193.0 a	72.2 a	11.4 a 39.5 a	25.1 a	
8	5.7 a	72.0 abcde	75.0 cde	187.0 a	101.0 a	12.8 a 42.8 a	25.9 a	
12	5.3 a	74.0 ab	78.0 abc	174.0 a	91.0 a	11.8 a 41.8 a	24.9 a	
11	5.0 a	69.5 e	75.0 bcd	189.5 a	78.7 a	12.0 a 38.6 a	22.4 a	
1	4.7 a	71.5 bcde	74.0 cd	182.5 a	95.0 a	11.8 a 39.8 a	23.6 a	
3	4.6 a	70.0 de	74.0 cd	197.0 a	109.5 a	13.5 a 41.5 a	27.1 a	
7	4.5 a	73.5 abc	76.5 abcd	188.5 a	124.0 a	12.0 a 46.3 a	26.1 a	
9	4.4 a	75.0 a	80.0 a	197.5 a	88.75 a	11.3 a 41.8 a	25.6 a	
2	3.9 a	75.0 a	80.0 a	194.0 a	146.5 a	14.5 a 44.1 a	24.4 a	
6	3.8 a	70.5 cde	75.5 bcd	193.5 a	128.2 a	13.5 a 44.1 a	24.7 a	
10	3.8 a	72.0 abcde	76.0 abcd	178.0 a	80.7 a 12.0 a 40.7 a 24.4 a	DMS		
5.6	3.1	4.4	30.5	106.3	7.7	13.1	8.9	

Pob= Población; RTO= Rendimiento; DFM= Días de Floración masculina; DFF= Días de Floración Femenina; ALPTA; Altura de Planta; Pmz= Peso de Mazorca; Lmz= Longitud de Mazorca; DMZ= Diámetro de mazorca; Dolo= Diámetro del olote; DMS= Diferencia Significativa Mínima.

En el Cuadro 8, se muestran las medias para la población COAH238, en el cual, para la variable RTO, no se muestran diferencias significativas dentro de cada una de las familias de esta población, aunque, cabe destacar a la familia 8 con 9.7 t ha^{-1} siendo la de mayor rendimiento y la familia 10 con 3.5 t ha^{-1} , con una diferencia de 6.2 t ha^{-1} . En la Variable DFM, si hubo diferencias con alto grado de significancia, la familia 13 fue la más precoz con 67 días, lo contrario a la familia 21 con días 73 como la más tardía, lo que nos da días de diferencia 6 DFM. Para la variable DFM, mostraron diferencias con alto nivel de significancia, en la cual existe una diferencia de 8.5 días, siendo la familia 20 la más precoz con 68.5 días y la familia 2 como la más tardía con 77 días.

En las variables ALPTA, PMZ, LMZ, DMZ y DOLO no existen diferencias con alto nivel de significancia ya que sus medias reportan valores muy similares entre sí.

Cuadro 8. Valores medios de la caracterización agronómica de las familias de la población de maíz nativo: COAH238.

Población	FAM	RTO t ha	DFM d	DFD d	ALTPTA cm	PMZ G	LMZ Cm	DMZ mm	DOLO mm
COAH238	8	9.7 a	70.0 abc	71.5 abc	170.0 a	123.5 a	13.5 a	45.4 a	28.0 a
	19	9.5 a	73.0 a	75.0 abc	188.0 a	119.5 a	12.6 a	45.0 a	27.4 a
	18	8.1 a	68.0 abc	70.0 abc	181.0 a	122.5 a	13.8 a	44.4 a	28.1 a
	15	7.9 a	71.5 abc	74.0 abc	181.0 a	171.5 a	14.4 a	47.7 a	29.5 a
	16	7.5 a	71.0 abc	73.5 abc	179.0 a	111.2 a	13.8 a	41.9 a	26.9 a
	14	7.4 a	70.0 abc	71.0 abc	166.5 a	146.2 a	15.3 a	42.0 a	25.4 a
	9	7.3 a	70.0 abc	72.0 abc	167.0 a	129.0 a	14.3 a	42.3 a	25.8 a
	21	7.2 a	73.0 a	75.0 abc	170.0 a	91.75 a	13.6 a	42.5 a	27.1 a
	5	6.5 a	69.5 abc	70.5 abc	176.0 a	134.0 a	16.0 a	41.4 a	24.5 a
	22	6.3 a	72.0 abc	74.5 abc	171.0 a	92.2 a	11.6 a	39.8 a	26.9 a
	12	6.1 a	71.5 abc	73.0 abc	152.0 a	163.5 a	16.0 a	44.4 a	25.9 a
	2	6.1 a	72.0 abc	77.0 a	157.0 a	117.5 a	11.9 a	43.2 a	27.6 a
	13	6.1 a	67.0 c	69.0 bc	160.5 a	116.0 a	14.2 a	41.0 a	24.8 a
	3	5.8 a	72.0 abc	76.0 ab	137.0 a	130.7 a	14.2 a	43.1 a	25.1 a
	20	5.8 a	67.5 bc	68.5 c	174.5 a	100.0 a	13.1 a	40.3 a	26.8 a
	11	5.6 a	69.0 abc	69.5 bc	159.5 a	119.0 a	14.7 a	39.6 a	23.7 a

7	5.4 a	69.5 abc	70.0 abc	179.5 a	134.2 a	13.7 a	43.8 a	27.2 a
4	5.1 a	71.0 abc	72.0 abc	162.5 a	122.2 a	13.9 a	42.3 a	23.8 a
1	5.7 a	71.5 abc	75.0 abc	184.0 a	139.7 a	15.2 a	42.9 a	27.2 a
6	4.6 a	69.0 abc	69.5 bc	170.5 a	128.5 a	15.0 a	43.1 a	24.8 a
17	4.5 a	68.5 abc	70.5 abc	139.5 a	107.2 a	12.0 a	43.7 a	25.6 a
10	3.5 a	72.5 ab	74.5 abc	158.5 a	123.7 a	14.5 a	42.1 a	24.9 a

DMS 6.2 5.4 7.2 54.7 116.4 5.4 14.4 9.0

Pob= Población; RTO= Rendimiento; DFM= Días de Floración masculina; DFF= Días de Floración Femenina; ALPTA; Altura de Planta; Pmz= Peso de Mazorca; Lmz= Longitud de Mazorca; DMZ= Diámetro de mazorca; Dolo= Diámetro del olote; DMS= Diferencia Significativa Mínima.

V. CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que dada la extensa diversidad genética y el ambiente en el que se realizó este experimento influyeron sobre estas variables evaluadas. En base a lo anterior, se logra observar que las poblaciones más sobresalientes con base en sus características agronómicas fueron: COAH238, COAH227 y COAH226.

Para la población COAH238 las familias más sobresalientes fueron 8, 19 y 18. Para COAH227 las familias más sobresalientes fueron 4, 5 y 8 y para COAH226 las más sobresalientes fueron las familias 2, 5 y 1.

Las familias más sobresalientes dentro de cada una de las poblaciones más destacadas serán aquellas que se utilizarán para hacer futuras recombinaciones para continuar con el mejoramiento de poblaciones de polinización libre en el sureste de Coahuila

Bibliografía

- infocoah. (2024). La importancia del maíz para México. *Círculo Coahuila*. <https://circulocoahuila.com/la-importancia-del-maiz-para-mexico/>
- Tonatiuh, A., Rocio Becerril-Piña, D. D.-L.-F., & Arevalo-Mejia. (2023). Maíz de teporal: ¿es suficiente el conocimiento etnoecológico para afrontar la variabilidad climática? *SciELO*.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212023000100185

Paliwal, R. (s.f.). (2001) Mejoramiento del maiz por la seleccion recurrente. https://www.fao.org/4/X7650S/x7650s15.htm#P0_0

Secretaría de Agricultura y Desarrollo, R. (10 de marzo de 2023). Maiz, cultivo de México: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-cultivo-de-mexico>

Zaragoza, C. E. (2023). La Importancia del Miaz. *Consejo Nacional Agropecuario*. <https://cna.org.mx/lejos-de-la-autosuficiencia-de-maiz/>

El impacto economico del Maíz. (2023). *México Historico*. [El impacto económico del maíz en México](#)

Mendoza, S. C. (2025). Que otros productos e industrias aprovechan el maíz en su producción. *Mucha web*. <https://recubrimientos-prometal.mx/que-otrosproductos-e-industrias-aprovechan-el-maiz-en-su-produccion/>

Figueroa, P. (2024). Conservacion del Maiz Nativo de Mexico en la era del cambio climatico. *Animal Gourmet*. <https://www.animalgourmet.com/2024/01/26/conservacion-del-maiz-nativo-demexico-en-la-era-del-cambio-climatico/#:~:text=Los%20ma%C3%ADces%20nativos%20son%20aquellos%20que%20se%20han,con%20la%20Secretar%C3%ADa%20de%20Agricultura%20y%20Desarrollo%20Rural.>

Secretaria de Agrcultura y Desarrollo Rural. (2022). Maíz, patrimonio biologico, agricola, cultural y economico. *SADER*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-patrimonio-biologico-agricolacultural-y-economico>

Anec. (2024) Mexico, centro de origen del maíz. <https://www.anec.org.mx/mexicocentro-de-origen-del-maiz/>

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, 2023). Razas de maiz, riqueza del campo mexicano. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/razasde-maiz-riqueza-del-campo-mexicano?idiom=es>

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, 2021). La riqueza de México es el maíz. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-riqueza-de-mexico-es-el-maiz?idiom=es>

- UNAM. (Enero 2024).** El maíz nativo: un tesoro ancestral en la gastronomía. *UNAM global revista*. https://unamglobal.unam.mx/global_revista/el-maiz-nativo-untesoro-ancestral-en-la-gastronomia/
- Sánchez, D. F. (2024).** Maíces Nativos, híbridos y transgénicos. *GreenPeace*. <https://www.greenpeace.org/mexico/investigacion/956/maices-nativoshibridos-y-transgenicos/>
- Zavala, C. (2024).** Biodiversidad y conservación del maíz nativo en México. *Divulgación-CIMMYT*. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/biodiversidad-yconservacion-del-maiz-nativo-en-mexico/>
- Morales, F. (2020).** Maíz, herencia y futuro de México. *Divulgacion-CIMMYT*. <https://idp.cimmyt.org/maiz-herencia-y-futuro-de-mexico/>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, (SADER, 2023).** Maíz, cultivo de México. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-cultivo-de-mexico?idiom=es>
- Servicio de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP, 2023).** *SIAP-Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
11
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2024).** El Maíz nativo: un tesoro ancestral en la gastronomía. *UNAM Global*. https://unamglobal.unam.mx/global_revista/el-maiz-nativo-un-tesoro-ancestralen-la-gastronomia/
- Perea, E. (2024).** Nuevo récord de México en importación de Maíz amarillo, suma 20.9 millones de t en 2023. *Imagen Agropecuaria*. <https://imagenagropecuaria.com/2024/nuevo-record-de-mexico-enimportacion-de-maiz-amarillo-suma-20-9-millones-de-t-en-2023/> **SIAP, S. d. (2023).** *SIAP-Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Vargas., J. A. (2024).** El maíz amarillo como eje de la seguridad y soberanía alimentaria en México. *SCielo*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2395-91692024000100101
- Rural, S. d. (23 de octubre de 2019).** *Productos artesanales de maíz*. <https://www.gob.mx/agricultura/cdmx/articulos/productos-artesanales-de->

[maiz?idiom=es#:~:text=El%20uso%20m%C3%A1s%20com%C3%BAn%20es,ma%C3%ADz%2C%20gelatina%20y%20productos%20diet%C3%A9ticos.](https://maiz.cgiar.org/maiz?idiom=es#:~:text=El%20uso%20m%C3%A1s%20com%C3%BAn%20es,ma%C3%ADz%2C%20gelatina%20y%20productos%20diet%C3%A9ticos.)

Geraldi, I. O. (1997). Selección recurrente en el mejoramiento de plantas. *Publicación CIAT; no. 267 (CIAT).* <https://cgspace.cgiar.org/items/dbf641b6-c4ce-489ab44a-a86d2105eacd>

Gelasino-Díaz et al. (2021). Ganancias en ciclos de selección recurrente para rendimiento y resistencia a carbono de la espiga en maíz. *SciELO.* https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092021000100104

Comisión Nacional para la conservación y uso de la Biodiversidad. CONABIO. (2020). *Biodiversidad Mexicana.* Obtenido de <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/evolucion-bajodomesticacion/centrosPlantas>

Comisión Nacional para la conservación y uso de la Biodiversidad. CONABIO. (2020). Grupos tropicales precoces. *CONABIO.* <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/grupotropicalesp>

Comisión Nacional para la conservación y uso de la Biodiversidad. CONABIO. (abril de 2022). *Biodiversidad mexicana.* <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz>