

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Selección de Familias de Hermanos Completos en Poblaciones de Maíz Nativo  
de la Raza Tuxpeño de Coahuila

Por:

**CARMEN URIEL MORENO PÉREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Selección de Familias de Hermanos Completos en Poblaciones de Maíz Nativo  
de la Raza Tuxpeño de Coahuila

Por:

**CARMEN URIEL MORENO PÉREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Francisco Javier Sánchez Ramírez  
Asesor Principal

Dr. José Luis Velasco López  
Coasesor

Ing. Raúl Gándara Huitrón  
Coasesor

Dr. Alberto Sandoval Rangel  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2024

## **Derechos de Autor y 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, gráficas, 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 nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



---

Carmen Uriel Moreno Pérez

## **Agradecimientos**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme la fuerza y por cuidarme en este camino. “Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová, tu Dios, estará contigo dondequiera que vallas” (Josué 1:9).

Estoy agradecido de haber sido formado en una gran institución como lo es la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), porque me ayudo en el ámbito profesional y personal. Quiero darle las gracias a los profesores que ayudaron en mi formación, principalmente al Dr. Francisco Javier Sánchez Ramírez, por el apoyo brindado incondicionalmente.

Al Dr. Jose Luis Velasco López y al Ing. Raul Gándara Huitron por sus valioso tiempo y dedicación en revisar este trabajo, ¡Gracias!

Rosemberg Hernández, Iván Rodríguez, Jorge Delgado, Juan Ángel Montes, Jair Roblero, Jesús Ramírez, Sergio González, Julio Larrue, Harbin Solano, Daniel Larrue y Alejandro Andrés que me brindaron su ayuda y su amistad, por estar en esos momentos de alegría y también en momentos difíciles por todo les estare siempre agradecido.

## **Dedicatorias**

Este logro es principalmente dedicado a mis padres al Sr. Santiago Moreno Maldonado y Sra. Gabriela azucena Pérez Arguello porque gracias a su esfuerzo y dedicación culmine esta etapa de mi vida.

Este logro es también para la mujer que comparte mi vida Deysi Morales González por brindarme su amor y confianza.

Para mis hermanas Natalia y Carol porque quiero ser un ejemplo para ellas, para mis abuelos Sr. Santiago, Sra. Natalia, Sr. Carmelino y Sra. Margarita por su sabiduría y consejos brindados.

## Índice de Contenido

<b>Agradecimientos</b> .....	i
<b>Dedicatorias</b> .....	ii
<b>Índice de Contenido</b> .....	iii
<b>Índice de Tablas</b> .....	iv
<b>Resumen</b> .....	v
<b>Abstract</b> .....	vi
<b>I. Introducción</b> .....	1
<b>Objetivo general</b> .....	2
<b>Objetivos específicos</b> .....	2
<b>Hipótesis</b> .....	2
<b>II. Revisión de Literatura</b> .....	3
<b>2.1. Situación actual del maíz</b> .....	3
<b>2.2. Usos e Importancia del maíz en México</b> .....	4
<b>2.3. Importancia y Uso del maíz en Coahuila</b> .....	5
<b>2.4. Mejoramiento genético de las plantas</b> .....	7
<b>2.5. Características de la raza tuxpeño</b> .....	9
<b>III. Materiales y Métodos</b> .....	11
<b>3.1. Material genético</b> .....	11
<b>3.2. Ubicación del experimento</b> .....	11
<b>3.3. Diseño experimental</b> .....	11
<b>3.4. Siembra</b> .....	11
<b>3.5. Manejo agronómico del cultivo</b> .....	12
<b>3.6. Características evaluadas</b> .....	12
<b>IV. Resultados y Discusión</b> .....	14
<b>4.1. Análisis de varianza</b> .....	14
<b>4.2. Características agronómicas medias de las poblaciones evaluadas</b> .....	16
<b>4.3. Análisis de los valores medios de las familias</b> .....	18
<b>V. Conclusiones</b> .....	27
<b>VI. Literatura Citada</b> .....	28

## Índice de Tablas

<b>Cuadro 1.</b> Poblaciones nativas de grano amarillo bajo selección de familias de hermanos completos.....	11
<b>Cuadro 2.</b> Cuadrados medios del análisis de varianza combinado de variables de 10 poblaciones de maíz tuxpeño en Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023. ....	15
<b>Cuadro 3.</b> Valores medios de las características agronómicas de 10 poblaciones de maíz en Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023. ....	17
<b>Cuadro 4.</b> Valores medios de las características agronómicas de las familias de maíz de la población COAH089 en Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023.....	21
<b>Cuadro 5.</b> Valores medios de las características agronómicas de las familias de maíz de la población COAH078 Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023.....	22
<b>Cuadro 6.</b> Valores medios de las características agronómicas de las familias de maíz de la población COAH182 Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023.....	23
<b>Cuadro 7.</b> Valores medios de las características agronómicas de las familias de maíz de la población COAH213 Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023.....	24
<b>Cuadro 8.</b> Valores medios de las características agronómicas de las familias de maíz de las poblaciones COAH083 y COAH177 en Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023. ....	25
<b>Cuadro 9.</b> Valores medios de las características agronómicas de las familias de maíz de las poblaciones COAH068, COAH215, Testigo 1 y Testigo 2 en Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023. ....	26

## Resumen

El mejoramiento genético trata del desarrollo de nuevas variedades de maíz con alto potencial de rendimiento, calidad de grano y precocidad. El presente estudio trata de la evaluación de 10 poblaciones de maíz de grano amarillo nativo del estado de Coahuila, con un programa de selección recurrente de familias de hermanos completos, (COAH089 con 11 familias, COAH078 con 13 familias, COAH182 con 8 familias, COAH213 con 8 familias, COAH083 con 4 familias, COAH177 con 6 familias, COAH068 con 2 familias, COAH215 con 2 familias, Testigo 1 y Testigo 2). El objetivo es seleccionar entre familias de hermanos completos en poblaciones con características agronómicas sobresalientes para llevar a cabo la recombinación y finalizar el primer ciclo de selección recurrente. Estas poblaciones fueron evaluadas en el Campo agrícola experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) conocido como El Bajío, Buenavista, Saltillo, Coahuila. Las variables evaluadas fueron altura de planta (cm), altura de mazorca (cm), Días a floración femenina y masculina (días), asincronía floral (días), porcentaje de mazorca podrida (%), porcentaje de humedad (%) y rendimiento de grano ( $t\ ha^{-1}$ ). En las Poblaciones, la mayoría de las variables mostraron significancia estadística ( $p \leq 0.01$ ), excepto el porcentaje de humedad. En las características donde se encontró significancia, se demostró que hay variación en el comportamiento de los materiales. Las familias dentro de poblaciones, mostraron significancia estadística ( $p \leq 0.01$ ) en las variables DFM, DFF, ASF y RTO mientras que la característica ALMZA mostró diferencia significativa de ( $p \leq 0.05$ ), en el resto de las características ALPTA, MAZPOD y HUM no hubo significancia. En este trabajo se obtuvieron 27 familias de hermanos completos (FHC) con características superiores.

**Palabras Claves:** Maíz, selección recurrente, hermanos completos, mejoramiento.



## Abstract

Genetic improvement focuses on the development of new maize varieties with high yield potential, grain quality, and early maturity. The present study evaluates 10 populations of native yellow-grain maize from the state of Coahuila, using a recurrent selection program with full-sibling families (COAH089 with 11 families, COAH078 with 13 families, COAH182 with 8 families, COAH213 with 8 families, COAH083 with 4 families, COAH177 with 6 families, COAH068 with 2 families, COAH215 with 2 families, Testigo 1, and Testigo 2). The objective is to select among full-sibling families in populations with outstanding agronomic traits to perform recombination and complete the first cycle of recurrent selection. These populations were evaluated at the Agricultural Experimental Field of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), located in El Bajío, Buena Vista, Saltillo, Coahuila. The evaluated variables included plant height (cm), ear height (cm), days to female and male flowering (days), floral asynchrony (days), percentage of rotten ears (%), moisture percentage (%), and grain yield ( $t\ ha^{-1}$ ). In the populations, most variables showed statistical significance ( $p \leq 0.01$ ), except for moisture percentage (HUM). For the significant traits, variation in material behavior was observed. Within the populations, families showed statistical significance ( $p \leq 0.01$ ) for the variables DFM (days to male flowering), DFF (days to female flowering), ASF (floral asynchrony), and RTO (grain yield), while the ear height (ALMZA) showed a significant difference at ( $p \leq 0.05$ ). No significance was found for plant height (ALPTA), rotten ear percentage (MAZPOD), and moisture (HUM). As a result of this work, the top 27 full-sibling families (FHC) were selected.

**Key words:** Corn, recurrent selection, full siblings, breeding.

## I. Introducción

El maíz es la base de la alimentación de los mexicanos por ser un cultivo consumido desde la época prehispánica. Protegerlo es un reto al que se enfrentan los productores, investigadores y representantes agrícolas. México cuenta con 64 razas de maíz, de las cuales 59 se consideran nativas. Los principales factores que afectan la producción de este grano son las variaciones ambientales y la escasez de lluvias, principalmente en el Norte de México.

Los pequeños productores de maíz necesitan opciones de semilla que les permitan maximizar la producción; necesitan plantas resistentes a sequía y a condiciones adversas, por estas razones se les debe brindar subsidios, asesoría técnica y programas de desarrollo rural. La mejor opción para hacer que los productores de maíz del Norte de México produzcan bajo estas condiciones adversas es desarrollar variedades mejoradas acorde a las necesidades regionales.

Esto se puede realizar mediante el método de selección recurrente que es reconocido por incrementar la frecuencia de genes favorables de una o más características agronómicas manteniendo la variabilidad genética para continuar el proceso de mejora. El método de selección de familias de hermanos completos ha dado excelentes resultados en diferentes características agronómicas como el rendimiento, reducción de altura de planta y mazorca, tamaño de espiga, la duración del ciclo, el intervalo de antesis a floración femenina, esterilidad, mejora de prolificidad, índice de cosecha, tolerancia a sequía y resistencia a plagas y enfermedades.

En el presente trabajo se evaluaron 10 poblaciones de maíces amarillos nativos del estado de Coahuila de la raza Tuxpeño y con sus diferentes familias, donde se aplicó una presión de selección (ps) de 10 por ciento y donde se seleccionó las mejores familias con base a las mejores variables de respuesta para el siguiente ciclo de selección.

## **Objetivo general**

Realizar la selección entre familias de hermanos completos en poblaciones de maíces nativos de grano amarillo con características agronómicas sobresalientes para llevar a cabo la recombinación y finalizar el primer ciclo de selección recurrente.

## **Objetivos específicos**

Seleccionar las mejores familias de hermanos completos dentro de cada población con base en el rendimiento de grano, días a floración, altura de planta y características complementarias para realizar con ellas la recombinación genética y obtener el primer ciclo de selección.

## **Hipótesis**

Hi: Con la variación existente dentro de cada población será posible seleccionar las familias superiores para rendimiento de grano, altura de planta, altura de mazorca, días a floración femenina y masculina, asincronía floral, porcentaje de mazorca podrida y porcentaje de humedad.

Ho: Ninguna de las familias obtenidas de una población original contara con una base genética amplia para aplicar selección en las características deseadas.

## II. Revisión de Literatura

### 2.1. Situación actual del maíz

En México en el año 2022 se sembraron 6.9 millones de ha con una producción de 26.5 millones de ton (SIAP 2022); por su importancia económica es el principal cultivo y su valor se extiende a niveles sociales y culturales. El maíz se cultiva en los 32 estados del país (SADER 2023); sin embargo, los principales estados productores en condiciones de temporal son Jalisco con 525,030 ha con una producción de 3.63 millones de ton, Estado de México con 386,463 ha con una producción de 1.38 millones de ton, Chiapas con 675,028 ha con una producción 1.32 millones de ton, Guerrero con 467,207 ha con una producción 1.316 millones de ton y Veracruz con 591,952 ha con una producción 1.313 millones de ton (SIAP, 2022).

En el mundo, el maíz es la especie con mayor distribución en la cual siembra en un amplio intervalo de altitudes y variaciones climáticas en zonas muy calurosas con escasa precipitación, regiones templadas, al pie de las montañas, en ambientes muy cálidos y húmedos, en suelos muy pobres, en laderas y valles, en diferentes épocas del año y con diferentes paquetes tecnológicos o sistemas de cultivo (CONABIO, 2022).

El maíz se siembra en temporal en zonas tan áridas como la altiplanicie de San Luis Potosí en donde la precipitación total durante el año es menor a 400 mm (pocas probabilidades de obtener cosecha), en comparación de Tabasco y Chiapas donde las lluvias son más abundantes cercanos a los 4,000 mm. Sin embargo, las necesidades del cultivo en condiciones óptimas, son de 800 a 1,200 mm (González *et al.*, 1982).

La producción de maíz bajo condiciones de temporal representa el 81% de la superficie sembrada a nivel nacional, aunque aporta con el 56% del valor de la producción nacional con un rendimiento medio de 2.4 t ha<sup>-1</sup>, por otro lado, la producción bajo condiciones de riego representa el 19% de la superficie restante

con un aporte del 44% a la producción nacional con un rendimiento medio de 7.46 t ha<sup>-1</sup> (CONAGUA, 2019).

En nuestro país los agricultores a pequeña escala aportan el 60% de la producción de maíz; son los encargados mayormente de la siembra en su forma comercial así como en las variedades nativas, al unir la producción de los medianos productores da un total del 75% de la producción nacional, los grandes agricultores aportan el 25%. Entre los pequeños agricultores y los medianos siembran el 91 % de la superficie, por lo que los grandes productores siembran solamente el 9% de la superficie (SADER, 2020).

A nivel nacional se identifican aproximadamente 2 millones de productores, de estos 85 % llevan a cabo su labor en predios cuya extensión es menor o igual a 5 hectáreas, estos productores son los encargados de conservar el germoplasma nativo (Padilla *et al.*, 2015). Por tal motivo, los maíces nativos son las poblaciones que se conservan gracias a la selección de semillas que hacen los agricultores año con año (SADER, 2021).

Los productores locales mantienen e incrementan sus materiales nativos, considerando una relación genotipo-ambiente, debido a las recombinaciones que ellos mismos han realizado con sus tipos regionales y el manejo de poblaciones introducidas por intercambio o para probar rendimiento de estos materiales, pero siempre manteniendo los materiales propios adaptados a sus condiciones ambientales, la mayoría de estos productores usan sus cosechas para autoconsumo y venta local (Kato *et al.*, 2009).

## **2.2. Usos e Importancia del maíz en México**

En México se encuentra la mayor diversidad genética de maíz, puede apreciarse en las diferentes formas y tamaños de la mazorca, como en la variedad de texturas y colores de sus granos (SIAP, 2019). En la producción de grano, en México, existen dos principales variantes de color; el blanco para consumo humano, y el amarillo de uso pecuario. En el año 2016 se obtuvo una producción de maíz blanco de (24.56 M de ton), de las cuales (12.86 M de ton) fueron

destinadas para la alimentación de los mexicanos y el resto se dividió de la siguiente manera, consumo pecuario (4.61 M de ton), consumo de los productores (4.42 M de ton), exportaciones (1.54 M de ton), mermas (933,302 ton) y semilla (171,924 ton) que representan el 52.4%, 18.8%, 18%, 6.3%, 3.8% y 0.7% (SAGARPA 2017). En promedio cada mexicano consume anualmente 146 kg de maíz, especialmente en forma de tortilla (Secretaría de Bienestar, 2019).

El maíz amarillo se usa principalmente en la alimentación animal; en el año 2016 se produjeron un total (3.55 M de ton) y la demanda nacional fue de (14.84 M de ton) es decir solo se cubrió el 23.95%, por lo que el resto de este grano fue importado. La mayor parte se emplea en la industria pecuaria (11.206 M de ton), industria almidonera (2.65 M de ton), consumo humano (348,000 ton), uso de los productores (324,000 ton), mermas (268,000 ton), exportaciones (35,000 ton) y semilla (12,000 ton) que representan el 75.5%, 17.9%, 2.3%, 2.2%, 1.8%, 0.2% y 0.1% (SAGARPA, 2017).

En México el cultivo de maíz constituye una de las actividades económicas más importantes del sector rural, es el cultivo con más superficie sembrada, es fuente de empleo y es el principal suministro de alimento para la población rural y urbana (Padilla *et al.*, 2015). Su importancia se extiende más allá del ámbito económico, sino que también tiene importancia social y cultural, tiene muchos usos, y formas de prepararse se puede implementar de forma culinaria en diferentes platillos, se pueden hacer manualidades o artesanías con partes de la planta (ASERCA, 2018).

### **2.3. Importancia y Uso del maíz en Coahuila**

El estado de Coahuila tiene una extensión de 151,594.8 km<sup>2</sup> lo que representa el 7.7% de la superficie nacional, la mitad de su territorio (49%) presenta el clima seco y semiseco, el (46%) tiene un clima muy seco y el 5% restante tiene un clima templado subhúmedo ubicado en las partes altas de las sierras del sur del estado. La temperatura media anual es de 18° a 22°C, la temperatura más alta es mayor a 30°C, se presenta en los meses de mayo a agosto y la más baja en

enero, que es alrededor de 4°C. Las lluvias son muy escasas, se presentan durante el verano; la precipitación anual es de 400 mm, la agricultura ocupa solamente el 5% del territorio (INEGI, 2020).

En el estado de Coahuila se cuenta con la existencia de siete razas de maíz: Celaya, Cónico norteño, Elotes cónicos, Olotillo, Ratón, Tuxpeño Norteño y Tuxpeño. De las cuales las razas más importantes son: Cónico norteño (21.1%), Ratón (38.9%) y Tuxpeño Norteño (22.2%) (Rincón *et al.*, 2009).

De acuerdo a las estadísticas de producción agrícola, en el estado de Coahuila en el año 2022 se sembraron un total de 230,177.75 ha de cultivos anuales en los ciclos primavera-verano y otoño-invierno de los cuales los más importantes son: sorgo forrajero (24,158.77 ha), maíz forrajero (21,500 ha), avena forrajera (17,601.5 ha), maíz en grano (15,528 ha) y algodón hueso (14,589 ha) que representan el 10.49%, 9.34%, 7.64%, 6.7% y 6.3% del total de superficie sembrada (SIAP, 2022).

Según SIAP (2022) en el estado de Coahuila se sembraron 15,528 ha de maíz para grano, de las cuales el 78.13% son en condiciones de temporal con un rendimiento promedio de 0.31 ton, mientras que el 21.87% son en condiciones de riego con un rendimiento de 3.8 ton.

Con base en los datos de la producción anual de maíz para grano por municipio, en el periodo 2022 en el estado de Coahuila los municipios con más superficie sembrada fueron Arteaga, General Cepeda, Nava, Parras, Ramos Arizpe y Saltillo con un total de 14,648 ha, que significan el 94.33% de la superficie total.

Rincón *et al.*, (2009) mencionaron que el 100% se utiliza para autoconsumo, principalmente para la elaboración de tortillas, para producción de grano y forraje para la alimentación de los animales; sólo en el 20 % es utilizado para la venta del producto.

## 2.4. Mejoramiento genético de las plantas

El mejoramiento genético de plantas tiene como objetivo generar nuevas variedades con características de mejor calidad comercial y nutritiva, brindar resistencia a los factores abióticos, bióticos y obtener rendimientos más altos (ININ, 2018).

Sánchez (2016) mencionó que el mejoramiento genético de maíz se basa en dos sistemas: la selección y la hibridación, los que aprovechan los efectos génicos aditivos y los no aditivos (dominancia y epistasia). En el maíz, el objetivo del mejoramiento genético ha estado enfocado principalmente en optimizar el rendimiento de grano.

La selección recurrente ha dado resultados en el mejoramiento de poblaciones de maíz, para incrementar la frecuencia de alelos favorables de importancia económica. La selección recurrente puede ser inter o intrapoblacional. La selección intrapoblacional incluye el mejoramiento de una población, y las formas más comunes para hacerlos son la selección masal y la familiar en cualquiera de sus variantes: medios hermanos paternos o maternos, hermanos completos y de autohermanos "líneas S1 o S2" (Ramírez *et al.*, 2000).

La selección recurrente es un método de mejoramiento muy importante y una buena estrategia de mejoramiento alternativa para mejorar las poblaciones vegetales, principalmente en especies de polinización cruzada (Watanyoo *et al.*, 2019). Este método de selección puede acumular genes deseables o fenotipos y promover la recombinación para crear nuevas combinaciones alélicas para el mejoramiento genético dentro de la población (Watanyoo *et al.*, 2019).

La selección posee tres etapas: (a) muestreo de la población y desarrollo de las progenies de la población original, (b) evaluación y selección de las progenies en campo y (c) recombinación para formar el siguiente ciclo de población para continuar la selección y el mejoramiento. El procedimiento de selección es repetido consecutivamente hasta llegar a los resultados de mejoramiento esperados (Paliwal *et al.*, 2001).



La selección recurrente garantiza el mejoramiento del rendimiento a largo plazo, el fitomejorador logra resultados parciales en algún ciclo de selección. Ha sido practicada por muchos investigadores en el maíz, obteniéndose respuestas por ciclo que han garantizado continuar con este método a través de veinte o más ciclos de selección (Márquez 2013). Según Ramírez *et al.*, (2000) el método de hermanos completos es más efectivo que el de selección masal y que el de medios hermanos, ya que tiene un mejor control parental ya que la respuesta de selección es de mayor magnitud.

El primer paso es la formación de familias desde una población base con variabilidad genética. Las familias de hermanos completos (HC) son la descendencia del cruzamiento entre dos plantas, el método de cruce es planta planta (PaP) (Vallejo *et al.*,2002). Márquez (1985) mencionó que se siembra una muestra masiva de semilla de la VO, se realizan 200 cruces (PaP) utilizando 400 plantas (2 por cruce), el segundo paso es establecer un experimento con las 200 familias (familia por surco de 20 plantas) en 3 o 4 localidades con 2 repeticiones. Seleccionar las 20 mejores familias con una presión de selección del 10% ( $p=10\%$ ). Vallejo *et al.*, (2002) comentó que el tercer paso es la recombinación genética usando semilla remante en un lote aislado de despigamiento, el surco macho estará formado por una mezcla balanceada de las semillas provenientes de las plantas seleccionadas. Márquez (1985) mencionó que es la combinación de 20 familias  $\times$  20 semillas/familias = 400 semillas, sembrar las recombinaciones y hacer 200 cruces (PaP) para generar otras familias de hermanos completos para iniciar el siguiente ciclo.

Coutiño *et al.* (2008) realizó un experimento en maíz de la raza Tuxpeño en el estado de Chiapas, con tres ciclos de selección recurrente de familias de hermanos completos con 3 variedades; V-424 (ciclo precoz), V-534 (ciclo intermedio) y V-526 (ciclo tardío). Evaluándose en diferentes localidades, se realizaron siembras de temporal (primavera verano) y de riego (otoño invierno). Durante el temporal, se hizo la selección interfamilial que consistió en evaluar a 155 familias más la población original, en la cosecha se aplicó una presión de

selección (Ps) interfamilial de 20% para seleccionar las de mayor rendimiento de grano.

Posteriormente, en la siembra se hizo selección intrafamiliar con semillas remanentes de 30 familias seleccionadas, las cuales se sembraron en dos surcos para realizar cruza PaP, en cadena y entre familias adyacentes de esta forma se recombinaron genéticamente los pares de familias y a la cosecha se aplicó una presión de selección intrafamiliar de 24% para formar 155 nuevas familias de hermanos completos (HC), con las cuales se hizo el siguiente ciclo de selección (Coutiño *et al.*, 2008).

Rodríguez *et al.* (2016) realizó un estudio en maíz en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México; estimó índices de selección, selección simultánea de caracteres independientes y ganancia genética en un programa de selección recurrente de hermanos completos. En dos poblaciones que fueron seleccionadas de un grupo de 75 colectas, estas poblaciones obtuvieron en promedio los mejores resultados en un ensayo de rendimiento establecidas en el ciclo primavera 2009. Las dos poblaciones de maíz seleccionadas fueron la 15 y 45 de Pinto amarillo.

Avendaño (2009), realizó un estudio que comenzó con la evaluación de familias derivadas de los cruzamientos de entre el Pool33 x Pool34 y Pool34 x Pool33 desarrollados en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). A la cosecha se aplicó una selección de 200 mazorcas, familias de medios hermanos (FMH) equivalente a 100 FHC a cada uno de los cruzamientos. Para después realizar un compuesto de los dos grupos de familias. Fueron sembrados los dos compuestos en Tepalcingo, Morelos, en el ciclo agrícola otoño-invierno 2007-2008, para hacer la recombinación usando cruza fraternales planta a planta (# PaP), para formar la población base (C0).

## **2.5. Características de la raza tuxpeño**

México cuenta con 64 razas de maíz, de las cuales 59 pueden considerarse nativas; el termino raza se usa en el maíz para agrupar individuos o poblaciones

que comparten características en común, de orden morfológico, ecológico y genético, que permite diferenciarlos en grupos (SADER, 2023).

Dentro de la diversidad de maíz en México existe la raza Tuxpeño que pertenece al grupo de “tropicales dentados” es originaria de Tuxpan, Veracruz y es una de las más importantes a nivel mundial, por su característica uniforme en cuanto a su disposición de granos en hileras y tamaño del grano; cualidades que la hacen llamativas para las empresas de semillas y ha sido usada como materia prima de innumerables variedades mejoradas (González *et al.*, 2022).

Tuxpeño se identifica principalmente por su mazorca grande, cilíndrica, de grano dentado, predominando los colores blancos, pero puede presentar diversos colores. Tiene un alto número de hileras y granos por hilera, lo que la hace una de las razas más productivas en México; resalta por su calidad de grano, buen vigor híbrido de planta y mazorca, cierta tolerancia a sequias y resistente a plagas y enfermedades (CONABIO, 2020; Wen *et al.*, 2012). Se usa en programas de mejoramiento genético por su gran base genética y su alta capacidad de cruzamiento, su productividad y su adaptabilidad a diferentes ambientes (Wen *et al.*, 2012).

### III. Materiales y Métodos

#### 3.1. Material genético

Las poblaciones representan las accesibles de la raza tuxpeño de grano amarillo dentro de la diversidad del maíz nativo de Coahuila.

**Cuadro 1.** Poblaciones nativas de grano amarillo bajo selección de familias de hermanos completos.

<b>Pob</b>	<b>Fam</b>
COAH089	11
COAH078	13
COAH182	8
COAH213	8
COAH083	4
COAH177	6
COAH068	2
COAH215	2
Testigo 1	1
Testigo 2	5

#### 3.2. Ubicación del experimento

El presente experimento se realizó en el Campo agrícola experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) conocido como El Bajío, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México con una altitud (25°21'26") Norte, (101°02'24") longitud Oeste, con una altitud de 1,735 msnm, con una temperatura promedio anual de 18.2° C y una precipitación de 362.4 mm.

#### 3.3. Diseño experimental

Las poblaciones de maíces fueron evaluadas en experimentos repetidos en surcos, considerando la unidad experimental de surcos de 4 m de longitud, 0.80 m entre surcos y 1 m entre calles. El diseño experimental empleado fue de bloques incompletos con arreglo  $\alpha$ -látice (Barreto *et al.*, 1997).

#### 3.4. Siembra

La siembra se realizó en Buenavista, Saltillo, Coahuila el 18 de abril del 2023, se realizó en el suelo seco, se utilizaron palas para abrir un pequeño hueco donde

se depositaron 2 semillas ya estando sembrado el lote se realizó la instalación de la cintilla para aplicar los riegos y para cuando las semillas germinaron se realizó un aclareo y se dejaron 1 plantas a cada 20 cm.

### **3.5. Manejo agronómico del cultivo**

El manejo agronómico del cultivo se llevó a cabo bajo las condiciones agronómicas adecuadas para la producción de grano; el cultivo se mantuvo sin deficiencias hídricas mediante la aplicación de riegos oportunos; previo a la siembra se realizó una fertilización de fondo con la dosis 120N-60P-60K. Durante las diferentes etapas del cultivo, se hicieron tres aplicaciones de insecticidas para controlar la plaga del gusano cogollero [*Spodoptera frugiperda* (J.E Smith)].

También se llevó a cabo un control de malezas mediante deshierbes manualmente y se dieron dos aplicaciones de herbicidas, la primera a los 20 días posteriores a la siembra y la segunda previo a la etapa fenológica de antesis.

### **3.6. Características evaluadas**

**Altura de planta (ALPTA).** Se midió la altura de planta, desde el nivel del suelo hasta la inserción de la hoja bandera en cm.

**Altura de mazorca (ALMZA):** Se midió la altura de mazorca, desde el nivel del suelo hasta la inserción de la mazorca en cm.

**Días a floración femenina y masculina (DFF y DFM).** Se realizó la cuantificación de los días transcurridos desde la siembra hasta que 50+1 % de las plantas se encontraron en antesis y con exposición de estigmas.

**Asincronía floral (ASF).** La diferencia en días, entre la floración femenina con respecto a la masculina definieron la asincronía floral.

**Porcentaje de mazorca podrida (MAZPOD %).** A la cosecha se evaluaron el total de las mazorcas por parcela o tratamiento y repetición el daño por pudrición de mazorca.

**Porcentaje de humedad (HUM %):** Se calculó con el método de la estufa, se sacaron muestras de grano, se pesaron para sacar el peso fresco, después de secarlos en la estufa se volvió a pesar para estimar el peso seco y calcular el porcentaje de HUM.

**Rendimiento de grano (RTO).** Se estimó a través de la determinación del peso seco (PS),

$$PS = PC * \left(1 - \frac{H}{100}\right)$$

Donde:

PC= Peso de campo (mazorcas por parcela)

H= Humedad, obtenida con una muestra de grano secado en estufa.

El peso seco fue además multiplicado por un factor de corrección

$$FC = \frac{100}{85} * \frac{1000}{APU} \div 1000$$

Donde APU: Área de la parcela útil.

Finalmente:

RTO= PS\* APU

## IV. Resultados y Discusión

### 4.1. Análisis de varianza

En el Cuadro 2 se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza de ocho características evaluadas. En poblaciones, la mayoría de las variables mostró significancia estadística ( $P \leq 0.01$ ), excepto HUM. Por lo cual se demostró que hay variación en el comportamiento de los materiales.

Las familias dentro de poblaciones mostraron significancia estadística ( $p \leq 0.01$ ) en las variables DFM, DFF, ASF y RTO mientras que la característica ALMZA mostró diferencia significativa de ( $p \leq 0.05$ ), en el resto de las características ALPTA, MAZPOD y HUM no hubo significancia. La significancia estadística en este caso indicó que existió variación genética para las características entre las familias de al menos una población.

Avendaño (2009), en un estudio de evaluación de familias obtuvo diferencias significativas para la variable DFM ( $p \leq 0.01$ ), Rodríguez *et al.* (2016), obtuvieron significancia ( $p \leq 0.01$ ) en la misma variable en este estudio también encontró significancia ( $p \leq 0.01$ ) en la ALMZA, estos investigadores no encontraron significancia en la variable ALPTA coincidiendo con los resultados de algunas variables de nuestro estudio.

**Cuadro 2.** Cuadrados medios del análisis de varianza combinado de variables de 10 poblaciones de maíz tuxpeño en Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>RTO</b> (ton/ha <sup>-1</sup> )	<b>DFM</b> (d)	<b>DFF</b> (d)	<b>ASF</b> (d)	<b>ALPTA</b> (cm)	<b>ALMZA</b> (cm)	<b>MAZPOD</b> (%)	<b>HUM</b> (%)
Población	9	11.75 **	62.78 **	116.00 **	18.43 **	2393.31 **	1505.44 **	2.12 **	67.17 **
Familia (Pob)	50	4.46 **	24.20 **	25.47 **	13.07 **	344.87 **	446.43 *	0.60	125
Error	60	3.57	4.32	8.76	5.80	542.63	267.97	0.52	90.54
CV (%)		31.29	2.75	3.76	81.63	11.47	13.67	28.58	62.75

\*\* , \*= Significativo a 0.01 y 0.05 de probabilidad, respectivamente; FV: Fuente de variación; GL: Grados de libertad; Pob: Población; RTO: Rendimiento; DFM: Días a floración masculina; DFF: Días a floración femenina; ASF: Asincronía floral; ALPTA: Altura de planta; ALMZA: Altura de mazorca; MAZPOD: Mazorca podrida; HUM: Porcentaje de humedad; CV: Coeficiente de variación.



## **4.2. Características agronómicas medias de las poblaciones evaluadas**

En el Cuadro 3, se muestran los valores medios de las características evaluadas para cada población. El rendimiento (RTO) presentó un intervalo de 1.8 a 7.3 t ha<sup>-1</sup>, considerando los testigos, ya que el valor medio de las poblaciones muestra que no se encontraron diferencia entre las mismas cuyo intervalo fue de 7.3 a 5.5 t ha<sup>-1</sup>. Los días a floración masculina (DFM) fueron de 70.5 a 82 días, los días a floración femenina (DFF) fueron de 75 a 90 días; la asincronía floral (ASF) fue de 1.9 a 8 días y el porcentaje de mazorca podrida (MAZPOD %) de 1.9 a 4.5 mazorcas.

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre las poblaciones nativas evaluadas. La población COAH089 obtuvo el RTO promedio más alto con 7.3 t ha<sup>-1</sup>, DFM con 76.7 días y DFF con 79 días, también mostró valores superiores en la ALPTA de 2.18 m, con ASF de 2 días, con MAZPOD 2.13 de mazorcas y con HUM de 16.7%. Las características de esta población se consideran adecuadas para la producción de grano en la región por lo tanto se considera el principal candidato a continuar con el programa de mejoramiento genético.

En orden secundario otras poblaciones con rendimientos sobresalientes fueron COAH177 con 6.8 t ha<sup>-1</sup>, COAH182 con 6.4 t ha<sup>-1</sup> y COAH213 con 6.0 t ha<sup>-1</sup>. Para las poblaciones la diversidad fenológica mostro ciclos predominantemente intermedios (75 – 85 d). Las poblaciones con el ciclo más corto fueron COAH215 71-75 d y COAH213 con 73-75 días.

La asincronía floral estuvo presente en cada uno de los materiales evaluados, aunque los valores superiores fueron de 4 y 8 días.

Según el SIAP (2022), la media de rendimiento para el estado de Coahuila en condiciones de temporal es de 0.31 t ha<sup>-1</sup>, mientras que en condiciones de riego con un rendimiento de 3.8 t ha<sup>-1</sup>, es decir que algunos genotipos superan esta media y por lo tanto podrían incrementar aún más con el mejoramiento genético.

**Cuadro 3.** Valores medios de las características agronómicas de 10 poblaciones de maíz en Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023.

Población	TYPE	FREQ	RTO (t ha <sup>-1</sup> )		DFM (d)		DFF (d)		ASF (d)		ALPTA (cm)		ALMZA (cm)		MAZPOD (%)		HUM (%)	
COAH068	0	4	5.5	a	77.7	b	85.0	ab	7.2	ab	216.0	a	117.0	a	2.7	cb	13.1	a
COAH078	0	26	5.5	a	77.6	bc	81.0	bc	3.4	bc	207.0	a	130.0	a	2.5	cb	17.5	a
COAH083	0	8	5.3	a	74.0	cefd	77.0	ecd	3.0	c	194.0	a	110.0	a	2.2	cb	10.8	a
COAH089	0	22	7.3	a	76.7	cbd	79.0	ecd	2.0	c	218.0	a	132.0	a	2.1	cb	16.7	a
COAH177	0	12	6.8	a	77.5	bc	80.0	bcd	3.0	c	182.0	a	107.0	a	2.7	cb	13.9	a
COAH182	0	16	6.4	a	75.0	cebd	78.0	ecd	3.0	c	182.0	a	104.0	a	2.4	cb	16.7	a
COAH213	0	16	6.0	a	72.9	ef	75.0	e	2.0	c	211.0	a	120.0	a	2.4	cb	13.9	a
COAH215	0	4	5.7	a	70.5	f	75.0	e	4.0	bac	222.0	a	128.0	a	1.8	c	14.7	a
Testigo 1	0	2	1.8	b	82.0	a	90.0	a	8.0	a	200.0	a	110.0	a	4.5	a	8.9	a
Testigo 2	0	10	4.9	ab	73.0	efd	75.0	ed	2.0	c	203.0	a	114.0	a	3.1	b	12.3	a

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). RTO: Rendimiento; DFM: Días a floración masculina; DFF: Días a floración femenina; ALPTA: Altura de planta; MAZPOD: Porcentaje de mazorca podrida; HUM: Porcentaje de humedad.

### **4.3. Análisis de los valores medios de las familias**

En el Cuadro 4 se muestra la población COAH089 con sus 10 FHC de las cuales se seleccionaron las cinco familias (4, 5, 6, 8, 9) con los rendimientos medios sobresalientes que van de las 8.1 a 9 t ha<sup>-1</sup>, la diferencia en los días a floración entre las familias seleccionadas fue de hasta 4 días con 76 a 79 días en los DFM y 76 a 82 días en los DFF siendo estas de ciclo intermedio, con una ALPTA de 2.15 m a 2.27 m, y la ALMZA de 1.24 m a 1.46 m. Las MAZPOD variaron de 1.7 a 2.3 mazorcas y un porcentaje de humedad 8.4% a 22.5%. Las familias con porcentaje de humedad alto ( $\geq 16\%$ ) es por qué su maduración es tardía y necesitaban de más días en campo para que disminuya su porcentaje de humedad, mientras que las de humedad media (9%-16%) tienen un ciclo de maduración intermedio y las familias con porcentaje de humedad bajo (5% - 9%) son precoces.

En el Cuadro 5 se muestra la población COAH78 con 13 familias de las cuales se seleccionaron cinco (2, 8, 9, 10, 11) con los rendimientos medios sobresalientes que van de las 6.3 a 7.8 t ha<sup>-1</sup>, la diferencia en los días a floración entre las familias seleccionadas fue de hasta 4 días, la mayor parte de las familias presentan 77 a 78.5 días DFM y 79 a 82 días DFF siendo estas de ciclos intermedios, de estas cinco familias seleccionadas hubo una que fue precoz con 71 DFM y 73 DFF, con una ALPTA de 1.95 m a 2.17 m, y la ALMZA de 1.11 m a 1.48 m. Las MAZPOD variaron de 2 a 3.4 mazorcas y un porcentaje de humedad 7.2% a 14.4%. Siendo la familia precoz con el menor porcentaje de humedad.

En el Cuadro 6 se muestra la población COAH182 con ocho familias de las cuales se seleccionaron cuatro (1, 6, 7, 8) con los rendimientos medios sobresalientes que van de las 6.9 a 7.7 t ha<sup>-1</sup>, la diferencia en los días a floración entre las familias seleccionadas fue de hasta 5 días con 75.5 a 78 días en los DFM y 76.5 a 83 días en los DFF siendo tres de estas de ciclo tardío, con una ALPTA de 1.86 m a 1.94 m, y la ALMZA de 1.16 m a 1.23 m. Las MAZPOD variaron de 2.0 a 2.4 mazorcas y un porcentaje de humedad de 14.1% a 26.5%. Siendo tres las familias tardías con porcentaje de humedad alto ( $\geq 15\%$ ).

En el Cuadro 7 se muestra la población COAH213 con ocho familias de las cuales se seleccionaron cuatro (1, 2, 6, 7) con los rendimientos medios sobresalientes que van de las 5.5 a 8.5 t ha<sup>-1</sup>, la diferencia en los días a floración entre las familias seleccionadas fue de hasta 5 días con 66 a 76.5 días en los DFM y 67 a 81 días en los DFF, con una ALPTA de 1.99 m a 2.13 m y la ALMZ de 1.8 m a 1.28 m. Las MZPOD variaron 2.2 a 2.3 mazorcas y un porcentaje de humedad de 8.6% a 15.8%. Siendo tres familias de ciclo intermedio con un porcentaje de humedad media de (9-16%).

En el Cuadro 8 se muestra dos poblaciones la COAH083 con cuatro familias y la COAH177 con seis familias. De la población COAH083 se seleccionaron dos familias (2 y 4) con los rendimientos medios sobresalientes que van de las 5.3 a 6 t ha<sup>-1</sup>, la diferencia en los días a floración entre las familias seleccionadas fue de hasta 4 días con 73 a 74.5 días en los DFM y 76 a 77 días en los DFF, con una ALPTA de 1.91 m a 1.92 m y la ALMZA de 0.98 m a 1.15 m. Las MAZPOD variaron de 1.5 a 2.5 mazorcas y un porcentaje de humedad de 9.6% a 13.6%. Las dos familias son de ciclo intermedio.

De la población COAH177 se seleccionaron tres familias (3, 4, 5) con los rendimientos medios sobresalientes que van de las 6.8 a 9.9 t ha<sup>-1</sup>, la diferencia en los días a floración entre las familias seleccionadas fue de hasta 5 días con 73 a 90 DFM y 76.5 a 90.5 DFF, con una ALPTA de 1.47 m a 1.88 m y la ALMZA de 0.98 m a 1.1 m. Las MAZPOD variaron de 1.5 a 3.9 mazorcas y un porcentaje de humedad de 7.9% a 26.5%. Una familia es de ciclo precoz, una de ciclo intermedio y una de ciclo tardío.

En el Cuadro 9 se muestra dos poblaciones la COAH068 con dos familias y la COAH215 con dos familias. De la población COAH068 se seleccionaron las dos familias que tienen un rendimiento de 4.8 a 6.3 t ha<sup>-1</sup>, la diferencia en los días a floración entre las familias seleccionadas fue de hasta 11 días con 75 a 79 DFM y 84 a 86 DFF, con una ALPTA de 2.02 m a 2.3 m y la ALMZA 1.06 m a 1.27 m. Las MAZPOD fueron 2.5 a 3 mazorcas y un porcentaje de humedad de 8.6% a 17.7%.

De la población COAH215 se seleccionaron las dos familias que tienen un rendimiento de 3.8 a 7.6 t ha<sup>-1</sup>, la diferencia en los días a floración entre las familias seleccionadas fue de hasta 5 días con 69 a 72 DFM y 74 a 75 DFF, con una ALPTA de 2.21 m a 2.23 m y la ALMZA 1.27 m a 1.29 m. Las MAZPOD fueron de 1.5 a 2.3 mazorcas y un porcentaje de humedad de 13.7% a 15.7%.

Avendaño (2009), hizo una distinción de las familias con los valores superiores e inferiores. De esta forma selecciono las familias con mayor rendimiento de grano. De igual modo identificó las mejores familias incluyendo las demás características que evaluó para poder realizar una mejor selección familiar.

Coutiño *et al.* (2008), mencionaron que las familias de alto rendimiento son más altas y tardías, coincidiendo con los datos de las familias de maíz tuxpeño evaluadas, por lo que se puede decir que puede existir correlaciones genéticas positivas en estas características. Rodríguez *et al.* (2016), con lo evaluado mencionó que hay posibilidades de incrementar el rendimiento de grano mediante la selección de plantas con mayor altura.

**Cuadro 4.** Valores medios de las características agronómicas de las familias de maíz de la población COAH089 en Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023.

<b>Población</b>	<b>Fam</b>	<b>RTO</b> (t ha <sup>-1</sup> )		<b>DFM</b> (d)		<b>DFF</b> (d)		<b>ASF</b> (d)		<b>ALPTA</b> (cm)		<b>ALMZA</b> (cm)		<b>MAZPOD</b> (%)		<b>HUM</b> (%)	
COAH089	1	6.2	a	76.0	ab	80.0	a	4.0	a	212.0	a	124.0	a	1.7	b	25.0	a
COAH089	2	6.9	a	78.0	a	81.0	a	3.0	a	212.0	a	135.0	a	1.7	b	12.5	a
COAH089	3	6.3	a	77.0	a	81.0	a	4.0	a	220.0	a	132.5	a	2.0	ab	19.2	a
COAH089	4	8.8	a	79.0	a	82.0	a	3.0	a	218.0	a	132.0	a	1.7	b	22.5	a
COAH089	5	8.2	a	76.0	ab	76.0	b	0.0	b	225.5	a	137.0	a	1.9	b	9.5	b
COAH089	6	9.0	a	77.0	a	77.0	ab	0.0	b	227.0	a	146.0	a	2.3	ab	8.4	b
COAH089	7	7.0	a	74.0	b	75.0	b	1.0	b	225.5	a	123.0	a	1.8	b	28.8	a
COAH089	8	9.0	a	77.0	a	80.0	a	3.0	a	215.5	a	131.5	a	2.0	ab	12.8	a
COAH089	9	8.1	a	76.0	ab	80.0	a	4.0	a	220.0	a	124.0	a	2.3	ab	15.4	a
COAH089	10	6.3	a	76.0	ab	82.0	a	6.0	a	204.0	a	132.5	a	2.9	a	12.0	a
COAH089	11	4.9	b	78.0	a	77.0	ab	-1.0	b	219.0	a	134.0	a	3.4	a	18.0	a

Letras iguales no son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). Fam: Familia; RTO: Rendimiento; DFM: Días a floración masculina; DFF: Días a floración femenina; ALPTA: Altura de planta; MAZPOD: Porcentaje de mazorca podrida; HUM: Porcentaje de humedad.

**Cuadro 5.** Valores medios de las características agronómicas de las familias de maíz de la población COAH078 Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023.

<b>Población</b>	<b>Fam</b>	<b>RTO</b> (t ha <sup>-1</sup> )		<b>DFM</b> (d)		<b>DFF</b> (d)		<b>ASF</b> (d)		<b>ALPTA</b> (cm)		<b>ALMZA</b> (cm)		<b>MAZPOD</b> (%)		<b>HUM</b> (%)	
COAH078	1	4.9	a	78.0	a	83.0	a	5.0	a	230.0	a	158.5	a	3.0	a	18.9	b
COAH078	2	7.2	a	78.0	a	82.0	a	4.0	a	217.5	a	148.5	a	2.5	a	13.2	b
COAH078	3	5.6	a	76.0	ab	82.0	a	6.0	a	217.0	a	152.0	a	2.0	ab	15.6	c
COAH078	4	5.1	a	79.0	a	83.0	a	4.0	a	218.0	a	143.0	a	2.3	ab	17.7	c
COAH078	5	3.7	b	76.5	ab	83.0	a	7.0	a	198.0	a	131.5	a	2.3	ab	22.8	b
COAH078	6	5.4	a	77.0	ab	81.0	a	4.0	a	214.0	a	143.0	a	1.5	b	12.8	c
COAH078	7	2.0	b	77.0	ab	83.0	a	6.0	a	198.0	a	122.0	b	2.5	ab	56.3	a
COAH078	8	6.3	a	77.0	ab	79.0	a	2.0	b	196.0	a	111.0	b	3.4	a	14.4	c
COAH078	9	7.8	a	71.0	b	72.5	b	2.0	b	195.0	a	119.5	b	2.0	ab	7.2	c
COAH078	10	6.7	a	78.5	a	81.0	a	3.0	ab	197.5	a	119.0	b	3.0	a	9.2	c
COAH078	11	6.8	a	78.5	a	81.5	a	3.0	ab	199.0	a	111.0	b	3.0	a	10.1	c
COAH078	12	4.5	a	81.0	a	81.0	a	0.0	b	207.0	a	115.5	b	3.3	a	16.0	c
COAH078	13	6.0	a	81.0	a	81.0	a	0.0	b	200.0	a	116.0	b	3.0	a	13.8	c

Letras iguales no son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). Fam: Familia; RTO: Rendimiento; DFM: Días a floración masculina; DFF: Días a floración femenina; ALPTA: Altura de planta; MAZPOD: Porcentaje de mazorca podrida; HUM: Porcentaje de humedad.

**Cuadro 6.** Valores medios de las características agronómicas de las familias de maíz de la población COAH182 Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023.

<b>Población</b>	<b>Fam</b>	<b>RTO</b> (t ha <sup>-1</sup> )		<b>DFM</b> (d)		<b>DFF</b> (d)		<b>ASF</b> (d)		<b>ALPTA</b> (cm)		<b>ALMZA</b> (cm)		<b>MAZPOD</b> (%)		<b>HUM</b> (%)	
COAH182	1	6.9	a	78.0	a	83.0	a	5.0	a	187.5	a	116.0	a	2.3	a	26.5	a
COAH182	2	4.9	a	74.0	ab	76.0	b	2.0	a	158.0	a	78.5	b	2.7	a	12.5	a
COAH182	3	5.8	a	75.5	a	78.0	a	3.0	a	167.5	a	89.5	b	2.3	a	10.5	a
COAH182	4	6.8	a	75.5	a	81.0	a	6.0	a	186.0	a	100.0	a	2.5	a	12.4	a
COAH182	5	5.5	a	68.0	c	70.0	c	2.0	ab	184.0	a	89.0	b	3.0	a	8.4	ab
COAH182	6	7.1	a	77.0	a	79.0	a	2.0	ab	194.0	a	118.5	a	2.0	a	25.2	a
COAH182	7	7.7	a	78.0	a	79.0	a	1.0	b	186.5	a	119.5	a	2.3	a	24.1	a
COAH182	8	6.9	a	75.5	a	76.5	b	1.0	b	193.0	a	123.0	a	2.4	a	14.1	a

Letras iguales no son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). Fam: Familia; RTO: Rendimiento; DFM: Días a floración masculina; DFF: Días a floración femenina; ALPTA: Altura de planta; MAZPOD: Porcentaje de mazorca podrida; HUM: Porcentaje de humedad.



**Cuadro 7.** Valores medios de las características agronómicas de las familias de maíz de la población COAH213 Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023.

<b>Población</b>	<b>Fam</b>	<b>RTO</b> (t ha <sup>-1</sup> )	<b>DFM</b> (d)	<b>DFF</b> (d)	<b>ASF</b> (d)	<b>ALPTA</b> (cm)	<b>ALMZA</b> (cm)	<b>MAZPOD</b> (%)	<b>HUM</b> (%)								
COAH213	1	6.7	a	73.0	b	77.0	a	4.0	a	213.0	a	120.0	a	2.3	a	15.8	a
COAH213	2	5.7	a	76.5	a	81.0	a	5.0	a	199.0	a	113.0	a	2.3	a	15.4	a
COAH213	3	5.2	a	74.0	ab	78.0	a	4.0	a	203.0	a	102.5	b	3.3	a	16.3	a
COAH213	4	5.7	a	76.0	a	70.5	c	-6.0	c	228.0	a	140.0	a	2.0	ab	20.1	a
COAH213	5	5.4	a	77.5	a	80.5	a	3.0	a	237.5	a	131.0	a	2.8	a	13.9	a
COAH213	6	8.5	a	66.0	c	67.0	c	1.0	ab	203.0	a	108.5	ab	2.3	a	10.6	a
COAH213	7	5.5	a	70.5	b	74.0	b	4.0	a	207.0	a	128.5	a	2.2	a	8.6	a
COAH213	8	5.4	a	70.0	b	71.0	c	1.0	ab	199.0	a	116.0	a	2.4	a	11.1	a

Letras iguales no son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). Fam: Familia; RTO: Rendimiento; DFM: Días a floración masculina; DFF: Días a floración femenina; ALPTA: Altura de planta; MAZPOD: Porcentaje de mazorca podrida; HUM: Porcentaje de humedad.

**Cuadro 8.** Valores medios de las características agronómicas de las familias de maíz de las poblaciones COAH083 y COAH177 en Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023.

<b>Población</b>	<b>Fam</b>	<b>RTO</b> (t ha <sup>-1</sup> )		<b>DFM</b> (d)		<b>DFF</b> (d)		<b>ASF</b> (d)		<b>ALPTA</b> (cm)		<b>ALMZA</b> (cm)		<b>MAZPOD</b> (%)		<b>HUM</b> (%)	
COAH083	1	4.9	a	76.5	a	78.0	a	2.0	a	195.0	a	111.0	a	2.8	a	11.8	a
COAH083	2	5.3	a	73.0	a	77.0	a	4.0	a	192.0	a	115.0	a	2.5	a	13.0	a
COAH083	3	5.1	a	72.0	b	76.5	a	5.0	a	197.0	a	114.0	a	2.3	a	9.0	a
COAH083	4	6.0	a	74.5	a	76.0	a	2.0	a	191.0	a	98.0	a	1.5	ab	9.6	a
COAH177	1	4.6	b	73.5	e	75.0	c	2.0	a	169.5	b	77.0	c	2.8	ab	7.8	ab
COAH177	2	5.0	b	76.5	d	78.0	b	2.0	a	179.0	b	99.0	b	2.5	ab	9.0	ab
COAH177	3	8.2	a	90.0	a	90.5	a	1.0	ab	188.5	a	105.5	b	3.9	a	26.5	a
COAH177	4	9.9	a	77.0	d	81.5	b	5.0	a	181.0	ab	98.0	b	1.5	b	15.6	a
COAH177	5	6.8	a	73.0	e	76.5	c	4.0	a	147.5	b	110.0	b	3.0	a	7.9	b
COAH177	6	6.3	b	75.0	d	80.0	b	5.0	a	226.5	a	152.0	a	2.8	ab	17.3	a

Letras iguales no son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). Fam: Familia; RTO: Rendimiento; DFM: Días a floración masculina; DFF: Días a floración femenina; ALPTA: Altura de planta; MAZPOD: Porcentaje de mazorca podrida; HUM: Porcentaje de humedad.

**Cuadro 9.** Valores medios de las características agronómicas de las familias de maíz de las poblaciones COAH068, COAH215, Testigo 1 y Testigo 2 en Buenavista, Saltillo, Coahuila 2023.

<b>Población</b>	<b>Fam</b>	<b>RTO</b> (t ha <sup>-1</sup> )		<b>DFM</b> (d)		<b>DFF</b> (d)		<b>ASF</b> (d)		<b>ALPTA</b> (cm)		<b>ALMZA</b> (cm)		<b>MAZPOD</b> (%)		<b>HUM</b> (%)	
COAH068	1	4.8	a	75.0	a	86.0	a	11.0	a	230.0	a	127.0	a	3.0	a	17.7	a
COAH068	2	6.3	a	79.0	a	84.0	a	5.0	b	202.0	a	106.0	a	2.5	a	8.6	a
COAH215	1	3.8	b	69.0	a	74.0	a	5.0	a	223.0	a	127.0	a	2.3	a	13.7	a
COAH215	2	7.6	a	72.0	a	75.0	a	3.0	a	221.0	a	129.0	a	1.5	a	15.7	a
Testigo 1	1	1.8	b	82.0	a	90.0	a	8.0	a	199.5	a	110.0	a	4.5	a	8.9	a
Testigo 2	1	3.7	b	69.0	b	71.0	b	2.0	b	198.5	a	109.0	a	3.0	ab	8.1	a
Testigo 2	2	3.0	b	73.0	b	75.0	a	2.0	b	197.0	a	100.0	ab	3.3	a	8.0	a
Testigo 2	3	5.7	a	71.5	b	74.0	ab	3.0	b	214.0	a	122.0	a	3.0	a	17.0	a
Testigo 2	4	3.9	b	70.0	b	79.0	a	9.0	a	196.0	a	132.0	a	4.3	A	13.8	a
Testigo 2	5	8.6	a	82.0	a	77.5	a	-5.0	c	209.0	a	106.0	a	2.4	b	14.8	a

Letras iguales no son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). Fam: Familia; RTO: Rendimiento; DFM: Días a floración masculina; DFF: Días a floración femenina; ALPTA: Altura de planta; MAZPOD: Porcentaje de mazorca podrida; HUM: Porcentaje de humedad.

## **V. Conclusiones**

Se encontró diversidad en los materiales de maíces nativos de Coahuila, ella cual el grupo racial Tuxpeño fue el segundo de mayor dispersión. Donde el color amarillo de grano se encontró en siete poblaciones con las cuales se inició un proceso de selección de hermanos completos para color de grano y rendimiento.

Se seleccionaron 5 familias sobresalientes de las poblaciones COAH089 y COAH78, 4 familias de COAH182 y COAH213, dos familias de COAH083, COAH215 y COAH068 dos familias y tres de COAH177, con base a los valores superiores para rendimiento de grano, altura de planta, altura de mazorca, días a floración femenina y masculina, asincronía floral, porcentaje de mazorca podrida y porcentaje de humedad.

La cantidad de familias seleccionadas fueron 27 FHC con rendimientos desde 3.4 hasta 9 t ha<sup>-1</sup>.

## VI. Literatura Citada

- ASERCA (2018). Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios, ¿Conoces el origen del maíz? <https://www.gob.mx/aserca/articulos/conoces-el-origen-delmaiz?idiom=es>. (enero 2024)
- ASERCA (2018). Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios. Maíz grano cultivo representativo de México. <https://www.gob.mx/aserca/articulos/maiz-grano-cultivorepresentativo-de-mexico?idiom=es>. (noviembre 2023).
- Avendaño S.M.C (2009). Selección Familiar en una Población C0 de Maíz Amarillo (TESIS LICENCIATURA), Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. 1-43 pp.
- Barreto H. J, G. O. Edmeades, S. C. Chapman, J. Crossa (1997). The alpha lattice design in plant breeding and agronomy: Generation and analysis. In: Proc. Symposium on Developing Drought- and Low N-Tolerant Maize. G O Edmeades, M Bánziger, H R Mickelson, C B Peña- Valdivia (eds). El Batán, México, March 25- 29, 1996. CIMMYT. México, D. F. pp: 544-551.
- CONABIO (2020). Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Tuxpeño. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/grupoDentadosT/Tuxpeño> (noviembre 2023).
- CONAGUA (2019). Comisión Nacional del Agua, Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego, año agrícola 2017-2018, Impresora Gestela Ediciones S.A. de C.V. Macedonia #15 Col. Lomas Estrella, Del. Iztapalapa C.P. 09890 CDMX, 442p
- Coutiño E. B., Sánchez G. G. y Vidal M. V. A. (2008). Selección entre y dentro de familias de hermanos completos de maíz en Chiapas,

México. Revista fitotecnia mexicana, Vol.31(2), <https://revfitotecnia.-mx/index.php/RFM/article/view/674/640>.

González A.R.M., Contreras H.H.A y Flores R.C.I. (2022). El maíz nativo de Coacoatzintla, Veracruz. Instituto de Ecología A.C. (INECOL). <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item25/ctmenu-item-27/17-ciencia-hoy/1703-el-maiz-nativo-de-coacoatzintla-veracruz> (mayo 2024).

González M. A., Reyes M.V., Turok M. y Arizpe L. (1982). El maíz, fundamento de la cultura mexicana. Fundamento de la Cultura Mexicana. Secretaria de Educación Pública (SEP), Museo Nacional de Culturas Populares, editorial GV, México, D.F. 115pp.

INEGI (2020). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información (INEGI), Superficie, Clima, Flora y Fauna. <https://cuéntame.inegi.org.mx/monografias/info-rmacion/coah/territorio/default.aspx?tema=me&e=05> ( mayo 2024).

ININ (2018). Instituto Nacional de Investigación Nuclear (ININ) Mejoramiento genético de plantas de interés agrícola. <https://www.gob.mx/inin/accionesyprogramas/mejoramientogeneticodeplantasdeinteresagricola#:~:text=El%20mejoramiento%20gen%C3%A9tico%20de%20plantas,al%20cultivo%20y%20mayor%20rendimiento> (julio 2024).

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

Márquez S.F. (1985). Genotecnia vegetal. Tomo I. Método, teoría, resultados. AGT Editor. México, D.F. 663 p.

- Márquez S.F. (2013). Cálculo de la endogamia en la selección recurrente de familias en el maíz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, vol. 4(1), 153-158. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S200709342013000100012&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342013000100012&lng=es&tlng=es).
- Paliwal R.L., Granados G., Renee L.H. y D Violic A. (2001). El maíz en los trópicos mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO). 123 p. <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=os79dx6BcmsC&oi=fnd&pg=PA123&dq=selecci%C3%B3n+recurrente+en+maiz&ots=O0PFQdJR4d&sig=dkWP8gvfTEOfz2JKb6EMJB2KtBc#v=onepage&q=selecci%C3%B3n%20recurrente%20en%20maiz&f=false> (2001).
- Ramírez D.J. L., Ron P.J., Sánchez G.J.D.J. y Chuela B.M. (2000). Selección recurrente en la población de maíz subtropical PABGT-CE . *Agrociencia*, Vol 34(1), 33-39 pp. [https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30234104\(2000\)](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30234104(2000)).
- Rincón S.F., Zamora C.F., Hernández P.C.J., Hernández C.J.M, Ruiz T.N.A., Illescas P.C.N. y Ramón G.L. (2009). Recolección de maíces nativos de Coahuila 2008. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buena vista, Saltillo, México, pp. 6-8
- Rodríguez P.G., Zavala G.F., Gutiérrez D.A., Treviño R.J.E., Ojeda Z.M.C. & Mendoza E.M. (2016). Estrategias de selección en familias de hermanos completos en dos poblaciones de maíces criollos. *Phyton (Buenos Aires)*, 85(2), 194-202. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S185156572016000200004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S185156572016000200004&lng=es&tlng=es).

SADER (2020). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Maíz, cultivo de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-el-cultivo-de-mexico?idiom=es>. (julio 2023).

SADER (2021). Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), La riqueza de México es el maíz. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-riqueza-de-mexico-es-el-maiz>.(septiembre 2023).

SADER (2023). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Maíz, cultivo de México.<https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-cultivo-de-mexico?idiom=es>. (agosto 2023).

SADER (2023). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Razas de maíz, riquezas del campo mexicano. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/razas-de-maiz-riqueza-del-campo-mexicano>. (agosto 2023).

SAGARPA (2017). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Planeación Agrícola Nacional 2017-2030 Maíz grano blanco y amarillo mexicano. [https://www.gob.-mx/cms/uploads/attachment/file/256429/B\\_sico-Ma\\_z\\_Grano\\_Blanco\\_y\\_Amarillo.pdf](https://www.gob.-mx/cms/uploads/attachment/file/256429/B_sico-Ma_z_Grano_Blanco_y_Amarillo.pdf) (enero 2024).

Sánchez R.F.J. (2016). Caracterización genética y aprovechamiento de líneas endogámicas para la producción de maíz de valles altos del centro de México (TESIS DOCTORAL), Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. México. 1-152

Secretaría de Bienestar (2019). Maíz, la planta sagrada de México para el mundo. <https://www.gob.mx/bienestar/es/articulos/maiz-la-planta-sagradademexicoparaelmundo?idiom=es#:~:text=Adem%C3%A1s%20de%20nuestro%20pozole%20o,un%20sin%C3%ADn%20de%20alimentos%20procesados> (septiembre 2023).



- SIAP (2019). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) Maíz grano.<https://www.gob.mx/siap/articulos/maiz-grano?idiom=es> (agosto 2023).
- SIAP (2022). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, [nube.siap.gob.mx/cierreagricola/](http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/) (agosto 2023).
- Vallejo C.F.A. & Estrada S.E.I. (2002). Mejoramiento genético de plantas. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Impresora Feriva S.A.Cali,Colombia.1-402pp.<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52016>.
- Wen W., Franco J., Chávez T.V.H, Yan J. y Taba S. (2012). Genetic Character-ization of a Core Set of a Tropical Maize Race Tuxpeño for Further Use in Maize Improvement. PLOS ONE 7(3): e32626. <https://doi.org/10.1371/journal.pon-e.0032626>.
- Wetanyoo K., Ketthaisong D., Lomthaisong K., Lertrat K. y Suriharn B. (2019). Recurrent selection method for improvement of lutein and zeaxanthin in orange waxy corn populations, Australian Journal of Crop Science. 566-573.