

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO
NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



**Caracterización de líneas endogámicas de maíz tipo braquítico en la
Comarca Lagunera**

MARIA ISELA LOPEZ SAAVEDRA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO
DE:**

INGENIERO AGRONOMO

TORREON, COAHULA

NOVIEMBRE 2022

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



Caracterización de líneas endogámicas de maíz tipo braquíptico en la
Comarca Lagunera
POR
MARIA ISELA LOPEZ SAAVEDRA

TESIS
QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO

APROBADA POR


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

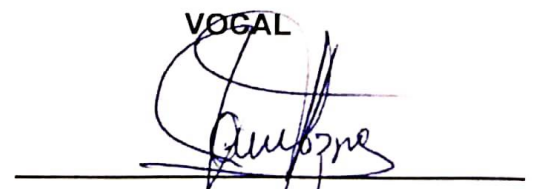
PRESIDENTE


DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

VOCAL


DR. JORGE QUIROZ MERCADO

VOCAL


M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA
Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO
VOCAL SUPLENTE


DR. J. ISABEL MARQUEZ MENDEZ
COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERA AGRONOMICAS

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONOMICAS

TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2022

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



Caracterización de líneas endogámicas de maíz tipo braquítico en la
Comarca Lagunera
POR
MARIA ISELA LOPEZ SAAVEDRA
TESIS
QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL COMITÉ DE ASESORIA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO

APROBADA POR

DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR PRINCIPAL

DR. JORGE QUIROZ MERCADO

ASESOR

DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

ASESOR

M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO

ASESOR



DR. J. ISABEL MARQUEZ MENDOZA
COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS

TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2022

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la fortaleza de seguir adelante, ha sido mi guía hasta el momento del día de hoy.

A esa hermosa familia que dios me ha brindado la que me dio todo sin restricciones, sus desvelos, preocupaciones, han valido la pena, ya que sin su amor y apoyo jamás hubiera llegado a este punto.

Al Dr. Armando Espinosa Banda por hacerme apoyado en el asesoramiento y desarrollo del presente trabajo, por su disposición y paciencia para finalizarlo.

A la Dra. Oralía Antuna Grijalva por su apoyo en la supervisión y enseñanza de la elaboración del presente trabajo junto con el Dr. Jorge Quiroz Mercado.

DEDICATORIAS

A mis padres:

A mi madre, por la devoción y el gran amor que tiene para nosotros sus hijos, por el apoyo inmenso e incondicional que siempre nos ha dado, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar las dificultades, por haberme formado como una mujer de bien, por cada una de las oraciones cuando lejos me encontré de casa, por ser la mujer que me dio la vida ... no hay palabras en este mundo para agradecerle, mamita.

A mi padre, por todo el valor y el coraje que siempre ha tenido para levantarse ante cualquier adversidad, por su apoyo incondicional, por todas las enseñanzas que me ha dado, por siempre darme ánimos en todos los aspectos de la vida, por hacernos saber que se siente orgulloso de todos nosotros, muchas gracias papa.

Dedico de manera especial a mi hermana Claudia Lopez Saavedra, siendo el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mi la base de la responsabilidad y deseos de superación, la que estuvo siempre a mi lado, brindándome su mano en toda la vida, dándome a cada instante mil de palabras de aliento para llegar a culminar todo lo que he logrado, eres una persona con un gran corazón que me llegan a admirarte cada día más.

A mi hermano Tomas Lopez Saavedra, por sus consejos y el apoyo inmenso que me ha dado, porque me ha enseñado a luchar por nuestros sueños y que no importa donde me encuentre yo sé que siempre as a estar apoyándome,

A mis hermanas, Rosario, por tu cariño tu amor y tus grandes manifestaciones de afecto por cuidarme, apoyarme y aconsejarme en cada momento, Lucero y Clarita, por ser parte de mi vida, por su apoyo y cariño incondicional.

A mis sobrinas, Karla, Jade, Cami, Hanna y la gordita que viene en camino, por ser la razón de ser de nuestra familia, las quiero tanto mis princesas.

A mi amadísimo esposo Omar Barojas y mi hermoso hijo Juliencito por brindarme todo su apoyo, sin el cual no habría podido realizar todo este trabajo, por su paciencia, su gran amor, su ayuda, y alegría. Les doy gracias por ser el motivo de seguirme superando, por hacer de mí una persona tan feliz, los amo.

Índice

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
Índice	iv
Índice de cuadros	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	3
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Importancia del cultivo	4
2.2 Importancia de la caracterización	4
2.3 Mejoramiento genético	4
2.4 Endogamia	5
2.5 Autofecundación	7
2.6 Gene br-2	7
III. MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.3 Material genético	8
3.5 Manejo agronómico	8
3.5.1 Diseño experimental	8
3.5.2 Parcela experimental	9
3.5.3 Preparación del terreno	9
3.5.4 Siembra	9
3.5.5 Aclareo de plantas	9
3.5.6 Aporque	9
3.5.7 Fertilización	9
3.5.8 Riego	9
3.5.9 Control de maleza	10
3.5.10 Control de plagas	10
3.5.11 Cosecha	10
3.4 Variables medidas	10
3.4.1 Días de floración femenina y masculina (FF) (FM)	10

3.4.2 Altura de la planta (AP).....	11
3.4.3 Altura de mazorca (AMz).....	11
3.4.4 Longitud de la mazorca (LMz)	11
3.4.5 Diámetro de la mazorca (DMz).....	11
3.4.6 Hilera por mazorca (HMz).....	11
3.4.7 Granos por hilera (GH).....	11
3.4.8 Rendimiento	11
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
V. CONCLUSIONES	22
VI. BIBLIOGRAFIA.....	23

Índice de cuadros

Cuadro 1 Descripción de las 11 líneas evaluadas en la UAAAN-UL 2021.....	8
Cuadro 2 Control de plagas en la UAAAN- UL.....	10
Cuadro 3 Análisis de varianza, coeficiente de variación y valores medios de ocho variables agromorfológicas y rendimiento de grano en 11 líneas endocriadas y dos testigos de maíz. UAAAN-UL 2021.....	14
Cuadro 4 Comparación de valores medios de días a floración masculina (FM) y femenina (FF) de 11 líneas, un híbrido y una variedad de polinización libre. UAAAN-UL. 2021.	15
Cuadro 5 Comparación de valores medios de altura de planta (AP) y mazorca (AM) de 11 líneas, un híbrido y una variedad de polinización libre. UAAAN-UL. 2021.	17
Cuadro 6 Comparación de valores medios de longitud de mazorca (LMZ) y numero de granos por hilera (NGH) de 11 líneas, un híbrido y una variedad de polinización libre. UAAAN-UL. 2021.....	18
Cuadro 7 Comparación de valores medios de diámetro de mazorca (DMZ) y numero de hilera (NH) de 11 líneas, un híbrido y una variedad de polinización libre. UAAAN-UL. 2021.	19
Cuadro 8 Comparación de valores medios para rendimiento de grano (REN) de 11 líneas, un híbrido y una variedad de polinización libre. UAAAN-UL. 2021.....	21

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el potencial de rendimiento de grano y caracterizar agromorfológicamente 11 líneas endocriadas de maíz, provenientes del Programa de mejoramiento genético de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. El experimento se estableció en el campo experimental de la UAAAN-UL, en el ciclo primavera-verano 2021. El diseño experimental fue en bloques al azar con 13 tratamientos y tres repeticiones. La parcela fue conformada por un surco de 2 m de largo y una distancia de 0.75 m entre surco y 0.125 m entre plantas. Las variables evaluadas fueron: Floración Masculina (FM), Floración Femenina (FF), Altura de planta (AP), Altura de la mazorca (AMZ), Longitud de mazorca (LMZ), Número Granos por hilera de la mazorca (NGH), Diámetro de la mazorca (DMZ), Número de Hileras por mazorca (NH), y Rendimiento de Grano (RG). Los tratamientos fueron altamente significativos en el análisis de varianza para las nueve variables. Las diferencias se fundamentan en el origen de cada genotipo ya que se utilizaron líneas endocriadas con fondo braquítico, un híbrido y una variedad de polinización libre. Las líneas endocriadas fueron diferentes estadísticamente en características agronómicas y rendimiento de grano. Para FM y FF la línea EN024 fue la más tardía con 85 días. Nueve líneas, se ubicaron en un intervalo de 69 a 74 días de floración. Las líneas EN050, EN042, EN0512 fueron de AP intermedia con un rango de 169.3 a 167.8 cm y, las líneas EN086, EN044, EN024 y EN0610 expresaron el gen braquítico-2, con 84.8 a 91.8 cm. Las líneas EN812 y EN042 mostraron la mayor LMZ con 12.9 y 13.3 cm respectivamente, iguales ($p \leq 0.05$) al híbrido y a Chojo. Para NGH siete líneas y los testigos Chojo y Potro fueron iguales ($p \leq 0.05$) en un rango de 10 a 33. Las líneas, EN033, EN042, EN0616 y EN086 registraron igual DM, con 45.3, 44.0, 43.7 y 42.3 mm y superior al resto. Las líneas EN0512, EN086, EN042, EN033 y EN0616 fueron superiores ($P \leq 0.05$) al resto para NH. En rendimiento de grano (RG), se observó una gran variación entre las líneas evaluadas, fluctuando de 394.9 a 6190 kg ha⁻¹, destacando la línea EN042, con 6190 kg ha⁻¹; Un grupo de cinco líneas superaron los 3000 kg ha⁻¹, RG mínimo para ser usadas como hembras en híbridos simples.

Palabras Clave: Líneas, Braquítico-2, Rendimiento, Maíz, Caracterización

I. INTRODUCCIÓN

En México el cultivo de maíz ha sido importante en la alimentación, ya que es una fuente de energía en la dieta de cada mexicano. El maíz es valorado por sus características de amplia versatilidad en usos que le da un valor tanto económico social y cultural (SADER, 2020). Dentro del programa de mejoramiento genético en maíz se han encontrado estudios relevantes sobre el uso de variedades e híbridos que se han desarrollado, con el propósito de tener buena productividad, resistencia en plagas y enfermedades, así como potencializar características para obtener mejores propiedades del grano como el color, la textura, calidad y cantidad proteica y aceite (Eyherabide *et al.*, 2012).

En la agricultura tradicional se usan variedades, mientras tanto en la agricultura convencional se utilizan híbridos. Para obtener este tipo de mejoras se ha recurrido a técnicas de mejoramiento genético por el método de hibridación. Sin embargo, para ello es necesario desarrollar líneas endogámicas por autofecundación controlada con el propósito de alcanzar la homocigosis completa, adquiriendo un resultado visible de la endogamia por pérdida de vigor de la planta (Valenzuela *et al.*, 2016)

La caracterización de cultivares tiene una aplicación práctica importante en el mejoramiento vegetal, tanto para la identificación de genotipos comerciales como para la estimación de relaciones genéticas (Bonamico *et al.*, 2004). Tradicionalmente, numerosos caracteres morfológicos son usados para describir líneas e híbridos de maíz, los cuales son evaluados en distintas etapas de crecimiento de las plantas. La precisión en la evaluación de estos caracteres va a depender del grado de interacción con el ambiente y de los mecanismos genéticos que controlan la expresión de esos caracteres (Smith y Smith, 1989) los cuales no siempre pueden ser interpretados de modo que pueda hacerse una valoración correcta de las diferencias genéticas (Galovic *et al.*, 2006). Sin embargo, los problemas asociados con la interpretación de la descripción morfológica pueden ser minimizados midiendo los caracteres en varios

ambientes o limitando las comparaciones en aquellos caracteres en los cuales el efecto de la interacción con el ambiente es menor.

La introducción del gene Br-2 en las líneas endocriadas es con el objeto de bajar la altura de planta *per se* y en los híbridos generados. Los híbridos con br2br2 serán de altura baja y tendrán mayor resistencia al acame (Sarria y Muñoz, 1973). El propósito del presente proyecto será caracterizar agronómicamente y cuantificar el rendimiento de 11 líneas endocriadas generadas por el programa de mejoramiento genético de maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en la Unidad Laguna.

Objetivo

Evaluar el potencial de rendimiento de grano y caracterizar agromorfológicamente 11 líneas endocriadas de maíz, provenientes del Programa de mejoramiento genético de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.

Hipótesis

Ho: No existen diferencias entre las líneas endocriadas, en características agronómicas y rendimiento.

Ha: Líneas endocriadas difieren en características agronómicas y rendimiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del cultivo

El maíz es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, su origen es Mesoamérica, pero debido a la domesticación se ha ido difundiendo en todo el mundo. En México es la fuente primaria de la alimentación y debido a sus diferentes usos ha sido de gran importancia económica social y cultural. (CONABIO, 2020)

2.2 Importancia de la caracterización

La caracterización de cultivares tiene una aplicación práctica importante en el mejoramiento vegetal, tanto para la identificación de genotipos comerciales como para la estimación de relaciones genéticas (Bonamico *et al.*, 2004). Tradicionalmente, numerosos caracteres morfológicos son usados para describir líneas e híbridos de maíz, los cuales son evaluados en distintas etapas de crecimiento de las plantas. La precisión en la evaluación de estos caracteres va a depender del grado de interacción con el ambiente y de los mecanismos genéticos que controlan la expresión de esos caracteres (Smith y Smith, 1989), los cuales no siempre pueden ser interpretados de modo que pueda hacerse una valoración correcta de las diferencias genéticas (Galovic *et al.*, 2006). La mejora genética de materiales comerciales de maíz implica gran trabajo y alto costo (Bonamico *et al.*, 2004).

2.3 Mejoramiento genético

El mejoramiento genético se entiende como el proceso gradual y constante de nuevas recombinaciones obteniendo un material genético expresando sus mejores niveles tanto en rendimiento, calidad y tolerancia a condiciones adversas. En otras palabras, se entiende como la selección artificial continua de genotipos que serán progenitores en la próxima selección, (Eyherabide, 2006).

Llatas *et al.* (2021) afirman que durante mucho tiempo atrás los agricultores ya realizaban estas prácticas de selección, aunque muy simples de manera masal, de modo que seleccionaban fenotípicamente las mazorcas con las mejores

características como el número de granos, el tamaño de la mazorca, así como características agronómicas que son por lo regular heredadas de forma cuantitativa. Dentro de este programa, los cultivares han generado un gran avance ante la población ya que debido a su alto rendimiento se ha podido abastecer las necesidades del ser humano.

Otro de los científicos más importantes es Darwin conocido más que nada por su libro *El origen de las especies*, en una de sus investigaciones llamada *Los efectos de la fecundación cruzada y la autofecundación en el reino vegetal*, en donde difundió evidencia muy relevante reafirmando que las plantas auto polinizadas solían reducir su grado de vigorosidad (Gear, 2006).

A principios del siglo XX empezó en EUA el mejoramiento del maíz, dando un impacto positivo ya que gracias a las investigaciones creadas por Gregor Mendel, George Shull y Edwin Murray East llevaron a cabo el desarrollo de los híbridos, teniendo como finalidad el concepto bien definido de heterosis recalcando que los híbridos son más viables, más fuertes y fértiles por la endogamia (Britannica, 1993)

2.4 Endogamia

En programas de mejoramiento se desarrollan líneas endogámicas y se requiere que éstas sean altamente homogéneas, homocigotas y reproducibles para que tengan utilidad como parentales de híbridos comerciales. La selección en estas líneas se realiza con base en una diversidad de caracteres, que van a impactar en el comportamiento del híbrido, además de aquellas características que hacen aceptable a las líneas como progenitores. Tales características incluyen: potencial de rendimiento en combinación híbrida, floración masculina y femenina, madurez, resistencia a volcamiento, calidad de grano, resistencia a plagas y enfermedades, altura de planta y de mazorca, entre otras. (Díaz *et al.*, 2009)

La endogamia se refiere al cruzamiento entre individuos de una raza comunidad o población que se encuentra aislada genéticamente caracterizado como

condición homocigótica en genes de un determinado locus cromosómico (Márquez, 2007)

Poehlman (1992) destaca que la endogamia ocurre cuando los individuos están relacionados por ascendencia por lo que ocurre un efecto más rápido en homocigosidad reduciendo la heterocigosidad en cada una de estas autofecundaciones.

La formación de líneas endocriadas o endogámicas se realiza mediante poblaciones denominadas alogamas heterogéneas, estas se autofecundan durante constantes generaciones. La endogamia es una vía más acelerada hacia la homocigosidad por medio de la autofecundación. Los mayores estudios que se han realizado es en el cultivo del maíz ya que es más manejable para realizarlo y obtener una buena formación de semilla, (Guerrero *et al.*, 2012). La descripción morfológica tanto de líneas como de híbridos se ve beneficiado para el mejorador y productor de semillas, así como para el agricultor y la venta del producto final en este caso para el comerciante. Realizando una descripción única y precisa permitiendo que los beneficiados adquieran una variedad determinada generando un producto en donde reúna una semilla con calidad y pureza (Ángeles *et al.*, 2010).

Es el producto final de la autopolinización repetida de ciertas poblaciones de maíz con el fin de producir plantas que tienen una misma configuración genética fija y uniforme. Es decir, una línea endogámica contiene plantas idénticas pero cada una de estas líneas tiene diferente configuración genética. Puesto que el maíz regularmente se poliniza de manera cruzada cuando se utiliza esta práctica. Sin embargo, los resultados no son tan favorables para el fitomejorador ya que ocurre un fenómeno llamado depresión endogámica donde las plantas suelen tener características desfavorables para la producción del maíz, poniendo algunos ejemplos las mazorca son pequeñas, menos vigorosas y con muy poco rendimiento. (Mac Robert *et al.*, 2015).

2.5 Autofecundación

La autofecundación se realiza mediante el acto de fertilizar los órganos femeninos de una planta con su propio polen, mediante este proceso la autofecundación es utilizada para la formación de líneas que posteriormente serán seleccionadas como padres para la formación de híbridos, así como fijar características deseadas de un cierto individuo considerándose el más eficiente para lograrlo (MacRobert *et al.*, 2015)

2.6 Gene br-2

Actualmente existen diferentes tipos de enanismo en maíz y el más usado es el gene braquitico-2 que presenta entrenudos cortos, pero con el mismo número que las plantas normales, (Kempton, 1921). La herencia se comporta como un gene recesivo, que para manifestarse necesita estar en condición homocigota ($br2br2$), (Kempton, 1921). Los materiales braquiticos son tan rendidores como los normales, puesto que el gene no reduce el número de hojas. Resultados indican que los braquiticos rinden más que los normales en altas densidades (Poey, 1978). Además, los maíces braquiticos presentan mejores características agronómicas y también son más eficientes en la translocación de nutrientes, mejor uso de la luz etc. Aunque también se han encontrado defectos, como agrupamiento excesivo de las hojas cerca a la mazorca, impidiendo la polinización, hojas más anchas que impiden las altas densidades, (Pendenton y Sif, 1961).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción de localización geográfica

El presente trabajo se estableció durante el ciclo primavera-verano, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN-UL) la cual se encuentra ubicada geográficamente en las coordenadas 103°26 '33" longitud oeste y 25°32 '40" latitud norte, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar. El clima es de tipo seco semiárido, con un rango de 100 a 200 milímetros con régimen de lluvia entre los meses de junio a agosto con escasas lluvias. (INEGI, 2017)

3.3 Material genético

El material genético que se utilizó para esta investigación fueron 11 líneas endogámicas con gen braquítico, generados por el programa de mejoramiento genético de la UAAAN-UL, Cuadro 3.1. Se incluyó el híbrido comercial POTRO y una variedad de polinización libre Chojo.

Cuadro 1 Descripción de las 11 líneas evaluadas en la UAAAN-UL 2021.

Líneas			
EN-05-8	EN-08-12	EN-06-16	EN-04-4
EN-04-2	EN-02-7	EN-06-10	EN-08-6
EN-05-12	EN-03-3	EN-02-4	

3.5 Manejo agronómico

Dentro del manejo agronómico que se llevó a cabo en la investigación en el campo experimental se describe a continuación:

3.5.1 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue bloques al azar, con 13 tratamientos y tres repeticiones.

3.5.2 Parcela experimental

La parcela experimental consistió un surco de 2 m con una distancia entre surco y surco de 0.75 m y 0.125 m entre plantas.

3.5.3 Preparación del terreno

La preparación del terreno se hizo una semana antes de la siembra de manera mecanizada utilizando el método de labranza convencional para el cultivo de maíz.

3.5.4 Siembra

La siembra se llevo a cabo el día 19 de marzo del 2021, en seco colocando dos semillas por punto a una distancia de 0.125 m entre planta para lograr una densidad de 106,664 plantas ha⁻¹.

3.5.5 Aclareo de plantas

El aclareo se realizó a los 20 días después de la siembra, dejando una planta por punto.

3.5.6 Aporque

Se hicieron dos aporques, el primero se realizó un mes posterior a la siembra de forma mecánica y el segundo se llevó a cabo de forma manual 15 días después.

3.5.7 Fertilización

Se aplico como fuente de fertilización sulfato de amonio, urea y ácido fosfórico para cubrir la dosis de 200-100-00 (N-P-K).

3.5.8 Riego

El sistema de riego fue por goteo utilizando cintilla calibre 6000, con emisores a 20 cm y una descarga de 1L h⁻¹. La presión de operación del sistema de riego fue de 15 Lb. La lámina total de riego aplicada fue de 59.74 cm.

3.5.9 Control de maleza

Para conservar el cultivo libre de malezas durante todo el ciclo del cultivo, se aplicó un herbicida pre-emergente (Atrazina, terbutrina 4.0-5.0 L ha⁻¹), posteriormente se aplicó un herbicida post-emergente (Nicosulfuron 1.5 L ha⁻¹). Sucesivamente se realizó un deshierbe manual y mecánicamente.

3.5.10 Control de plagas

En el Cuadro 2 se describe el control y la presencia de plagas que se presentaron durante el desarrollo del experimento.

Cuadro 2 Control de plagas en la UAAAN- UL

Nombre de la plaga	Insecticida	Dosis (L ha ⁻¹)
Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Coragen con ingrediente activo	75-125
	Clorantraniliprol	
	Lorsban con ingrediente activo clorpirifos	0.75 -2
Pulga Saltona (<i>Chaetocnma ectypa</i>)	Kendo con ingrediente activo lamda cyhalotrina	0.2-0.3
	Coragen con ingrediente activo	0.75-0.125
Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	Clorantraniliprol	
	Gatillo Abamectina, bifentrina	1.0

3.5.11 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual el 27 de julio del 2022, cosechándose el total de mazorcas por parcela.

3.4 Variables medidas

Se cuantificaron las variables agronómicas de:

3.4.1 Días de floración femenina y masculina (FF) (FM)

Se considero cuando el 50% del total de las plantas de la parcela experimental presentaron maduración de la panícula (Antesis). Se registro los días a floración masculina desde la siembra hasta el momento de la floración.

La floración femenina se considero a partir de que el 50% total de las plantas de la parcela experimental tenía expuestos los estigmas (por lo menos 2 a 3 cm) es decir que se encontraban receptivos para la polinización. Para registrar esta variable se consideraron los días desde la siembra hasta el momento de floración.

3.4.2 Altura de la planta (AP)

La altura de la planta se midió a partir de la superficie del suelo hasta donde inicia la ramificación de la espiga. Se expreso en cm.

3.4.3 Altura de mazorca (AMz)

Se midió a partir de la superficie del suelo hasta el nudo de la mazorca principal. Se expreso en cm.

3.4.4 Longitud de la mazorca (LMz)

Se tomaron cinco mazorcas correspondientes a cada parcela. Se midió con una regla de 30 cm.

3.4.5 Diámetro de la mazorca (DMz)

Se utilizó un vernier digital para medir el diámetro de la mazorca, iniciado desde la corona de un grano hasta la corona del grano del otro extremo.

3.4.6 Hilera por mazorca (HMz)

Se contaron las hileras ubicándonos desde el centro de la mazorca ya que es donde se encuentra una mejor orientaron embrionaria.

3.4.7 Granos por hilera (GH)

Se cuantifico en tres hileras de cinco mazorcas.

3.4.8 Rendimiento

Se desgranaron todas las mazorcas por cada parcela, se cuantifico el peso y se midió la humedad del grano, posteriormente se ajustó al 14 % utilizando la siguiente formula:

$$FC = \frac{10,000 \text{ m}^2 * (100 - M_{oi})}{APU * 0.86 * 1000}$$

Donde:

FC= Factor de conversión a ton ha⁻¹ al 14% de humedad.

APU= Área de parcela útil (distancia entre surcos * longitud de surco * número de surcos)

0.86= Constante para obtener el rendimiento al 14% de humedad (complemento para el 100%)

1000= Coeficiente para obtener el rendimiento en ton ha⁻¹.

10,000 m²= Superficie equivalente a una hectárea

Mi= humedad de campo registradas en cada parcela

En el factor de conversión obtenido (FC) se multiplicó por el peso decampo de cada parcela para obtener el rendimiento por hectárea. Como el número de plantas por unidad experimental fue diferente, se hizo ajuste por covarianza, tomando como covariables el número de plantas, número de mazorcas por parcela, número de hileras por mazorca, y el diámetro de la mazorca.

Análisis estadístico

Análisis de varianza. Se realizó un análisis de varianza en SAS versión 9.4, (2013) en un diseño de bloques incompletos. Como se muestra a continuación

$$Y_{ijkl} = \mu + R_j + L_i + B/R_{kj} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Es la respuesta de la i-ésima línea, evaluada en el k-ésimo bloque, en la j-ésima repetición.

μ = Es el efecto de la media general

R_j = Es el efecto de la j-ésima repetición

L_i = Es el efecto de la i -ésima línea

B/R_{kj} = Es el efecto del k -ésimo Bloque

ϵ_{ijk} = Es efecto del Error experimental

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 4.1 se presenta el análisis de varianza y la significancia de los cuadrados medios de ocho variables agromorfológicas y rendimiento, donde se observó diferencias altamente significativas para las nueve variables. Lo anterior indica que existen marcadas diferencias entre los tratamientos, principalmente inducidas por la variedad y el híbrido incluidos, sin descartar las diferencias intrínsecas de las líneas, dado que el híbridos y variedades superan en rendimiento a las líneas, las cuales se estima que pueden producir hasta 3000 kg ha⁻¹ (Espinosa *et. al.*, 2002). En contraste, Pérez *et. al.* (2014) encontraron un rendimiento en líneas *per se* que oscilo de 7.34 y 5.45 t ha⁻¹.

Los coeficientes de variación de las variables estudiadas, no son tan altos para dudar de la confiabilidad de los resultados, ya que un coeficiente de variación del 15 % es típico de experimentos de maíz en bloques completos al azar, e indica que el experimento estuvo adecuadamente conducido (De la Cruz *et. al.*, 2005). Aunque debido a la diversidad de orígenes de líneas y testigos utilizados se esperaban mayores coeficientes de variación (Kang *et. al.*, 1999).

Cuadro 3 Análisis de varianza, coeficiente de variación y valores medios de ocho variables agromorfológicas y rendimiento de grano en 11 líneas endocriadas y dos testigos de maíz. UAAAN-UL 2021.

FV	Rep	Trat	EE	CV	Media
G.L	2	12	24	(%)	
FM (dds)	2.89	90.84**	3.46	2.58	72.2
FF (dds)	0.43	171.58**	45.31	1.8	77.6
AP (cm)	6.26	5969.4 **	634.33	3.9	132.2
AM (cm)	6.59	4274.00**	213.86	4.4	67.4
LMZ (cm)	2.11	13.81**	0.94	8.8	11.0
NGH	3.94	181.07**	23.31	23	20.9
DM (mm)	3.69	139.67**	1.53	3.25	38.0
NH	0.427	18.707**	0.756	6.6	13.3
REN (kg ha ⁻¹)	64176.6	13053787.1**	27326.4	4.8	3409.2

*, **, ns = Significativo al 0.05, 0.01 y no significativo respectivamente. FM= Floración masculina, FF=Floración femenina, Act=Acame de tallo, Acr=Acame de raíz, AP=Altura de planta, AM=Altura de mazorca, LMZ= Longitud de mazorca, NGH=Numero de granos por hileras, DMZ=Diametro de mazorca, NH=Número de hileras, REN=Rendimiento.

Las diferencias observadas en el análisis de varianza (Cuadro 4.1), se muestra cuantitativamente en el Cuadro 4.2 para FM y FF para las 11 líneas endocriadas y los dos testigos. La floración es generalmente usada como el evento del desarrollo que caracteriza los cultivares como tempranos o tardíos, (Paliwal, 2007). Para FM se observa que entre las líneas y los testigos oscilaron entre los 61 a los 85 días con una media de 72 dds. La línea EN024 fue la más tardía significativamente superior al resto con 85 dds. El tratamiento más precoz correspondió a la variedad Chojo con 61 dds. Nueve líneas se agruparon entre los 69 a 74 dds que pueden catalogarse como intermedias. Lo anterior coincide con Espinosa *et. al.*, (2010), en una evaluación de variedades de maíz en los Valles altos de México.

La floración femenina se comportó de forma similar a lo observado en la floración masculina. EN024 la más tardía, la variedad Chojo la más precoz y un grupo intermedio donde se ubican nueve líneas endocriadas. Ramirez *et. al.*, (2020) reafirman que el período entre floración masculina y femenina, es el más crítico durante el desarrollo de la planta y de ello depende la fecundación, desarrollo de la mazorca y rendimiento, Shaw y Thom (1951).

Cuadro 4 Comparación de valores medios de días a floración masculina (FM) y femenina (FF) de 11 líneas, un híbrido y una variedad de polinización libre. UAAAN-UL. 2021.

Trat	FM (dds)		Trat	FF (dds)	
EN024	85	a	EN024	95	a
EN027	79	b	EN027	84	b
POTRO	75	b c	POTRO	83	b c

EN0512	74	b	c	d	EN086	79	c	d	
EN0610	73		c	d	EN058	78	d	e	
EN086	71		c	d	EN0610	78	d	e	
EN042	71		c	d	EN0512	77	d	e	f
EN0812	71		c	d	EN042	76	d	e	f
EN044	70		c	d	EN0616	75	d	e	f
EN033	70		c	d	EN0812	75	d	e	f
EN058	70		c	d	EN044	74		e	f
EN0616	69			d	EN033	73			f
Chojo	61			e	Chojo	61			g
Tukey‡	5.6				Tukey‡	4.1			

‡= Letras iguales en la misma columna son estadísticamente similares ($P < 0.05$). TRAT=Tratamientos, FM=Días a Floración masculina, FF=Días a Floración femenina.

Se observa el comportamiento promedio de altura de planta, en donde se observa que la altura oscilo de 84.8 cm a 229.87 cm en los materiales evaluados. Se observa que el híbrido Potro obtuvo la mayor AP con 229.87 cm significativamente diferente al resto. Chojo con 170.47 cm se agrupo significativamente con las líneas EN050, EN042, EN0512 con valores de 164.8 cm, 167.4 cm y 169.33 cm. El genotipo EN086 con 84.8 cm fue de menor altura significativamente igual a EN044, EN024 y EN0610.

La altura de planta es una característica fisiológica de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta. Está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la mazorca durante el llenado de grano y puede verse afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, calor, humedad y nutrientes (Somarriba, 1998).

Para AM el híbrido Potro obtuvo una altura de mazorca de 159.13 cm fue de mayor altura y significativamente diferente. Las líneas EN042, EN059, EN0512 presentan altura de mazorca iguales estadísticamente con valores 95.7, 93.7,

91.8 cm respectivamente. Las líneas con menor AM se agrupan EN044 y EN086 con 22.6 cm y 27.2 cm, las cuales expresaron el gen braquítico-2, de acuerdo con Camacho *et al.*, (1995) el Braquítico es un material de porte enano, que produce gran número de hojas y muy anchas. Tosquy *et al.* (2005) menciona en la evaluación de genotipos de maíz es importante considerar, además del rendimiento de grano, la altura de planta y mazorca.

Cuadro 5 Comparación de valores medios de altura de planta (AP) y mazorca (AM) de 11 líneas, un híbrido y una variedad de polinización libre. UAAAN-UL. 2021.

Trat	AP		Trat	AM		
POTRO	229.9	a	POTRO	159.1	a	
Chojo	170.5	b	EN042	95.7	b	
EN058	169.3	b	EN058	93.7	b	c
EN042	167.4	b	EN0512	91.9	b	c
EN0512	164.8	b	Chojo	86.2		c
EN0812	136.5	c	EN0812	72.7		d
EN027	108.8	d	EN027	49.9		e
EN033	108.5	d	EN0610	48.9		e
EN0616	104.8	d e	EN033	48.5		e
EN0610	91.8	e f	EN0616	46.4		e
EN024	91.2	e f	EN024	33.6		f
EN044	90.3	e f	EN086	27.2		f g
EN086	84.8	f	EN044	22.6		g
Tukey (5%)	15.4		Tukey (5%)	8.9		

†= tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad. AP= Altura de planta, AM= Altura de mazorca

La longitud de la mazorca (LMZ) es uno de los componentes más importante del rendimiento del cultivo, debido a que, a mayor longitud de mazorca, mayor número de granos por hileras y por lo tanto mayor rendimiento de grano, (Vázquez y Ruiz, 1993).

En el Cuadro 4.4 se presentan los valores medios para LMZ y NGH de los tratamientos y testigos. Se observa, que Potro registro la mayor LMZ con 15.4 cm, seguido de la variedad Chojo y las líneas EN812, EN042 con valores estadísticamente similares. Otro grupo lo forma nueve líneas con valores similares que oscilan de 8.7 a 11.3 cm. Los valores del presente trabajo coinciden con los encontrados por Ramírez *et. al.*, (2020) con maíces criollos en la Costa chica de Guerrero, con Chojo que es una variedad criolla, no así con las líneas e híbrido. Estos resultados coinciden con los encontrados con Reynoso (2014) para líneas, con valores que oscilaron entre 9.4 a 16.5 cm.

En cuanto al NGH se observó un rango de 10 a 33, en el cual Chojo presento el mayor valor para esta característica con 33 estadísticamente igual a siete líneas y el híbrido Potro. La línea EN0610 mostro el menor valor con 10 NGH estadísticamente igual a siete líneas que oscilaron de 10 a 21 NGH. Estos resultados coinciden con Reynoso *et. al.* (2019) quienes al evaluar 13 líneas endocriadas S2 en los Valles altos Centrales de México.

Cuadro 6 Comparación de valores medios de longitud de mazorca (LMZ) y numero de granos por hilera (NGH) de 11 líneas, un híbrido y una variedad de polinización libre. UAAAN-UL. 2021.

Trat	LMZ		Trat	NGH		
POTRO	15.4	a	Chojo	33	a	
Chojo	13.5	a b	EN042	31	a	
EN0812	13.3	a b	POTRO	29	a	
EN042	12.9	a b	EN0616	28	a b	
EN0616	11.3	b c	EN033	27	a b	
EN027	11.1	b c	EN0812	21	a b c	

EN033	10.8	b c	EN0512	21	a b c
EN024	9.7	c	EN086	20	a b c
EN086	9.4	c	EN027	19	a b c
EN044	9.3	c	EN044	14	b c
EN058	9.2	c	EN058	12	c
EN0610	8.9	c	EN024	11	c
EN0512	8.7	c	EN0610	10	c
Tukey (5%)	2.9		Tukey (5%)	14	

†= tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad, LMZ= Longitud de mazorca, NGH= Numero de grano por mazorca.

Se observaron diferencias significativas entre los genotipos evaluados para DMZ y NH. Para DMZ se observó un rango de 25.7 a 46.0 mm con un valor medio de 38.0 mm, lo cual indica una gran variabilidad del material evaluado. El mayor DMZ se observó en la línea EN033 estadísticamente igual a EN042, POTRO, EN0616 y EN086, los cuales coinciden con los valores encontrados con Reynoso *et. al.* (2014). El valor mínimo se obtuvo con la línea EN024 con 25.7 mm que es de porte bajo y de hojas erectas.

En NH en los tratamientos y los testigos oscilo de 9 a 17, donde EN0512 sobresale con el mayor NH estadísticamente igual a EN086, EN042, EN033 y EN0616 con 16,16,16 y 14 respectivamente, lo cual coincide con lo reportado por Reynoso *et. al.* (2019) al evaluar 13 líneas S₂ de maíz. El valor mínimo correspondió a la línea EN024 con Nueve (9) NH.

Cuadro 7 Comparación de valores medios de diámetro de mazorca (DMZ) y numero de hilera (NH) de 11 líneas, un híbrido y una variedad de polinización libre. UAAAN-UL. 2021.

Trat	DM		Trat	NH	
EN033	46.0	a	EN0512	17	a
EN042	45.3	a	EN086	16	a b
POTRO	44.0	a b	EN042	16	a b

EN0616	43.7	a	b	EN033	16	a	b	
EN086	42.3	a	b	EN0616	14	a	b	c
EN0812	41.0		b	EN0812	14		b	c d
EN0512	41.0		b	POTRO	14		b	c d e
Chojo	37.0		c	Chojo	12		c	d e f
EN027	36.0		c	EN027	12			d e f
EN0610	34.0		c	EN0610	12			e f
EN058	29.7		d	EN058	11			e f
EN044	28.3		d	e	EN044	10		f
EN024	25.7			e	EN024	9		f
Tukey				Tukey				
(5%)	3.7			(5%)	2.6			

†= tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad. DM= Diámetro de mazorca, NH= Número de hileras.

De los 11 tratamientos evaluados y los dos testigos el rendimiento oscilo entre 394.9 kg ha⁻¹ a 7642 kg ha⁻¹ lo cual explica las diferencias observadas en el análisis de varianza (Cuadro 4.1). De todos los genotipos (Cuadro 4.6) el hibrido POTRO fue significativamente superior y diferente al resto. Lo anterior se explica porque Potro es un hibrido y como tal supera a la variedad Chojo y a las líneas endocriadas.

La línea EN042 con un valor de 6190 kg ha⁻¹, supero estadísticamente a la variedad Chojo y a las líneas restantes. Reynoso *et. al.* (2014) reporta rendimientos superiores de 6200 a 10100 kg ha⁻¹, lo cual ubica a la EN042 dentro del rango. De acuerdo con Espinosa *et al.*, (2003) y Buenrostro *et al.*, (2017) las líneas de maíz que deben ser consideradas como progenitores femeninos para la formación de híbridos de cruza simple deben producir rendimientos mínimos de 3.0 t ha⁻¹, lo cual se evidencia el gran potencial que tiene EN042 asi como cinco líneas más (EN033, EN0616, EN0812, EN086, EN0512), como candidatos a la formación de híbridos trilineales o de cruza simple.

Cuadro 8 Comparación de valores medios para rendimiento de grano (REN) de 11 líneas, un híbrido y una variedad de polinización libre. UAAAN-UL. 2021.

Trat	REN		
POTRO	7642	a	
EN042	6190	b	
Chojo	4846	c	
EN033	4686	c	
EN0616	3908	d	
EN0812	3434	d	e
EN086	3210		e
EN0512	3112		e
EN027	2960		e
EN0610	1400		f
EN044	1298		f
EN058	1239		f
EN024	394.9		g
Tukey (5%)	494.24		

†= tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad

V. CONCLUSIONES

De los resultados se concluye que:

Las líneas endocriadas son diferentes estadísticamente en características agronómicas y rendimiento

De las 11 líneas endocriadas, el híbrido y la variedad de polinización libre se observó:

1. Para FM y FF La línea EN024 fue la más tardía con 85 dds.
2. Nueve líneas, se ubicaron en un intervalo de 69 a 74 días de floración.
3. Las líneas EN050, EN042, EN0512 de altura intermedia con un intervalo de 169.3 a 167.8 cm.
4. Las líneas EN086, EN044, EN024 y EN0610 expresaron el gen braquítico-2, con 84.8 a 91.8 cm de altura.
5. Respecto a LMZ, las líneas EN812 y EN042 mostraron la mayor dimensión con 12.9 y 13.3 cm respectivamente, iguales ($p \leq 0.05$) al híbrido y a Chojo.
6. Para NGH siete líneas y los testigos Chojo y Potro fueron iguales ($p \leq 0.05$) en un rango de 10 a 33.
7. Las líneas: EN033, EN042, EN0616 y EN086 registraron igual DM, con 45.3, 44.0, 43.7 y 42.3 mm y superior al resto.
8. Para NH, las líneas EN0512, EN086, EN042, EN033 y EN0616 fueron superiores ($p \leq 0.05$) al resto.
9. En rendimiento de grano (RE), se observó una gran variación entre las líneas evaluadas:
 - a. El RG Osciló de 394.9 a 6190 kg ha⁻¹.
 - b. La línea EN042, con 6190 kg ha⁻¹, fue superior al resto de las líneas.
 - c. Un grupo de cinco líneas superaron los 3000 kg ha⁻¹, RG mínimo para ser usadas como hembras en híbridos simples.

VI. BIBLIOGRAFIA

Ángeles-Gaspar, E., Ortiz-Torres, E., López, P. A., & López-Romero, G. (2010). Caracterización y Rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33(4), 287-296.

Bonamico., Ibañez, M, N., Salerno, J., Aiassa, J., Di Renzo, M., & Díaz, D. (2004). Caracterización y clasificación de híbridos simples de maíz con marcadores SSR. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias* 33(2), 129-144.

Britannica, E. (1993). Encyclopaedia britannica. [En línea] Disponible: <https://www.britannica.com/biography/Edward-Murray-East> (revisado el 05 de noviembre del 2021).

Buenrostro-Robles, M., Lobato-Ortiz, R., García-Zavala, J. J., & Sánchez-Abarca, C. (2017). Rendimiento de líneas de maíz exótico irradiado con rayos gamma y de híbridos de cruza simple. *Revista Fitotecnia Mexicana* 40(3), 351-358.

Camacho, R.G., O. Garrido, y M.G. Lima. 1995. Caracterización de nueve genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en relación a área foliar y coeficiente de extinción de luz. *Scientia Agricola* 52 (2): 294-298.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2020. Razas de maíz de México. [En línea]. Disponible en <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz>. (revisado el día del mes del año).

De la Cruz-Lázaro, E., Rodríguez-Herrera, S. A., Estrada-Botello, M. A., Mendoza-Palacios, J. D., & Brito-Manzano, N. P. (2005). Análisis dialélico de líneas de maíz QPM para características forrajeras. *Revista Universidad y Ciencia* 21(41) 19-26.

Díaz, W. R. S., Jiménez, Y. A., & Aponte, R. J. J. (2009). Evaluación de las características morfológicas y agronómicas de cinco líneas de maíz amarillo en diferentes fechas de siembra. *Revista Científica UDO Agrícola* 9(4) 743-755.

Espinosa C., A., M. Sierra M., y N. Gómez M. (2002). Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana* (14) 117-121.

Espinosa, A., M. Tadeo, N. Gómez, M. Sierra, J. Virgen, A. Palafox, F. Caballero, G. Vázquez, F. Rodríguez, R. Valdivia. 2010. V-54 A, Nueva variedad de maíz de grano amarillo para siembras de temporal retrasado en los Valles Altos de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (1) 677-680.

Espinosa, A., M.M. Sierra, y M.N. Gómez. 2003. Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana* (14)117-121.

Eyherabide, G. H. (2006). Mejoramiento genético de maíz y su trayectoria en la Argentina. Serie de Informes Especiales de ILSI Argentina, Maíz y Nutrición Volumen (II), 14429.

Eyherabide, G. H., Totis de Zeljkovich, L. E., Cirilo, A., Andrade, F., Otegui, M., Maddonni, G., & Muñoz, R. (2012). Bases para el manejo del cultivo del maíz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 297 p.

Galovic VS, Mladnovic DJ, Navalušić M, Zlokolica B (2006) Characterization methods and fingerprinting of agronomically important crop species. *Genetics* 38 (2) 83-96

Gear, J. R. (2006). El cultivo del maíz en la Argentina. Maíz y Nutrición, Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal. Recopilación de ILSI Argentina. Serie de Informes Especiales, (2) 4-8.

Guerrero, C., Espinoza Banda, A., Palomo Gil, A., Gutiérrez Del Río, E., Luna Ortega, J. G., & Rodríguez Dimas, N. (2012). COMPORTAMIENTO GENÉTICO Y APTITUD COMBINATORIA EN CRUZAS SIMPLES CON LÍNEAS ÉLITE DE MAÍZ. *UNIVERSIDAD Y CIENCIA*, 28(1), 65-77.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Anuario estadístico y geográfico de Coahuila de Zaragoza (2017) Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México (INEGI) 547 p

Kang S.M., Kushairi D.A., Zhang Y., Magari R. (1999) Combining ability for rind puncture resistance in maize. *Crop Sci.* (39) 368-371.

Kempton, J. H. (1921). *A brachytic variation in maize*. US Department of Agriculture.

Llatas, M. N. S., Angeles, J. J. R., Pizarro, F. M. S., Regalado, L. S. V., Rodríguez, S. F. R., Rodríguez, J. V., & Rosales, Y. I. Y. (2021). Mejoramiento genético en plantas autógamas. *REBIOL*, 41(1), 136-153.

MacRobert, J. F., Setimela, P. S., Gethi, J., & Regasa, M. W. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. CIMMYT. México, D.F.

Márquez S., F. (2007). ¿Para qué sirve la endogamia. *Ciencia, Academia Mexicana de Ciencias*, 58(4), 72-78.

Pendleton J. W, and R. D, Sif. (1961). Plant population and row spacing studies with brachytic-2 dwarf corn. *Crop Sci.* (1)433-435.

Pérez-López, Francisco J., Lobato-Ortiz, Ricardo, García-Zavala, José de J., Molina-Galán, José D., López-Reynoso, José de J., & Cervantes-Santana, Tarcicio. (2014). Líneas homocigóticas de maíz de alto rendimiento como progenitoras de híbridos de cruza simple. *Agrociencia*, 48(4), 425-437.

Poehlman, J.M., (1992). Mejoramiento genético del maíz. En: Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial. Limusa, S.A. de C.V. México, D.F.

Ramírez Reynoso, O., Escobar Álvarez, J. L., Maldonado Peralta, M. D. L. Á., Rojas García, A. R., Hernández Castro, E., & Valenzuela-Lagarda, J. L. (2020). Calidad de mazorca y grano en maíces criollos de la Costa Chica, Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (11), 239-246.

Ramírez Reynoso, Omar, Escobar Álvarez, José Luis, Maldonado Peralta, María de los Ángeles, Rojas García, Adelaido Rafael, Hernández Castro, Elías, & Valenzuela-Lagarda, José Luis. (2020). Calidad de mazorca y grano en maíces criollos de la Costa Chica, Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (11) 239-246.

Reynoso Quiroga, C. A., González Huerta, A., Pérez López, D. D. J., Franco Mora, O., Torres Flores, J. L., Velázquez Cardelas, G. A., & Mercado Vilchis, O. (2014). Análisis de 17 híbridos de maíz sembrados en 17 ambientes de los Valles Altos del centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(5), 871-882.

SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) 2020. Boletín mensual de producción de maíz grano. Obtenido de [En línea]. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/544308/Avance_de_produccion_maiz_grano_FEB_2020.pdf (Revisado el día de mes del año).

Sarria V., O.; Muñoz G., S. (1973). Resultados preliminares de conversión de maíces normales en braquíticos. V Reunión de Maiceros de la Zona Andina, Cochabambá, Bolivia.

Shaw, R. H. and Thom, H. C. (1951). On the phenology of field corn, the vegetative period. *Agron. J.* (43) 9-15

Smith, I.S.C. and O.S. Smith. (1989). The description and assessment of distance between inbred lines of maize The use of morphological traits as descriptors. *Maydica* (34) 141-150.

Smith, O.S. (1986). Covariance between line per se and testcross performance. *Crop Science*. (26) 540-543

Somarriba R., C. (1998). Texto granos básicos. UNA-Managua, Nicaragua.

Tosquy VOH, Palafox CA, Sierra MM, Zambada MA, Martínez MC, Granados RG (2005) Comportamiento agronómico de híbridos de maíz en dos municipios de Veracruz, México. *Revista Agronomía Mesoamericana* (16) 7-12

Valenzuela, J. A. G., Pimentel, J. G. R., & Pérez, J. C. R. (2016). Variabilidad genética de líneas endogámicas de maíz comparadas con progenitores criollos mediante microsatélites. *Conciencia Tecnológica* (51) 47-52.

Vásquez G., J. y Ruiz G., O. M. (1993). Influencia de cultivos antecesores y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (*Zea mays* L.), Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.), Moench) y Pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis de Doctorado. UNA Managua-Nicaragua. P 75.