

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Rendimiento de grano y características agronómicas en mestizos de maíz

POR:

BRYAN OMAR MARTINEZ CARRANZA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA.

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS.
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO.

Rendimiento de grano y características agronómicas en mestizos de maíz.

POR:

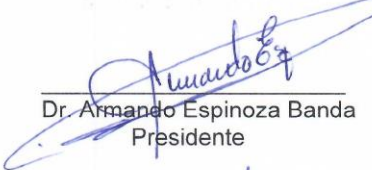
BRYAN OMAR MARTINEZ CARRANZA.

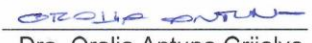
TESIS

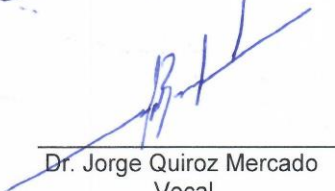
**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**


INGENIERO AGRÓNOMO

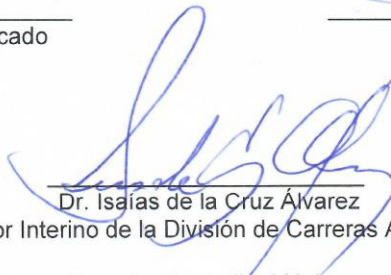
APROBADA POR:


Dr. Armando Espinoza Banda
Presidente


Dra. Oralia Antuna Grijalva
Vocal


Dr. Jorge Quiroz Mercado
Vocal


Dr. Alfredo Ogaz
Vocal suplente


Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas.

Torreón, Coahuila, México
Febrero 2022.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA.

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Rendimiento de grano y características agronómicas en mestizos de maíz.

POR:

BRYAN OMAR MARTINEZ CARRANZA.


TESIS

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

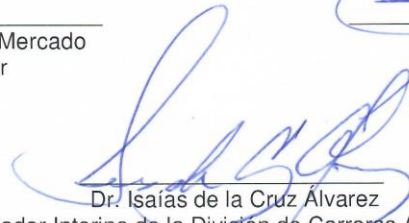
APROBADA POR:


Dr. Armando Espinoza Banda
Asesor principal


Dra. Oralia Antuna Grijalva
Coasesor


Dr. Jorge Quiroz Mercado
Coasesor


Dr. Alfredo Ogaz
Coasesor


Dr. Isaiás de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Febrero 2022.

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRÓNOMICAS**

AGRADECIMIENTOS

A Dios y su hijo unigénito Jesucristo, que siempre me acompañan, me cuidan y me guían, a pesar de mis errores o defectos, ellos de una u otra forma me corrigen en lo que estoy mal y aun así, aunque yo no quiera aceptar, dios encuentra la forma de convencerme mediante su hijo unigénito que es Jesucristo, Jesús de una forma espectacular, me demostró que su existencia si fue real. Gracias por su gracia y por haber culminado mi carrera profesional de Ing. Agrónomo.

Agradezco a mis padres que juntos supieron con tanto esfuerzo y sacrificio darme esta carrera profesional. Soy muy afortunado por tener unos padres como ustedes. No hay gesto más amoroso de su parte el haber estado conmigo en cada momento y etapa de mi carrera profesional, aconsejándome y guiándome. Los amo con todo mi corazón, y tengan por seguro que cada crecimiento que logre en el camino profesional será en su honor y memoria, tanto en vida y cuando dios decida llamarlos a su presencia. (Omar Martínez Hernández y Lorena Carranza Vejar).

A mi apreciada y querida Autónoma Agraria Antonio Narro, por brindarme primeramente la oportunidad de estudiar en su institución, que, con mucho esfuerzo, entusiasmo y dedicación, me permitieron haber culminado mi carrera profesional.

A mis asesores:

Al Dr. Armando Espinoza Banda y Doctora Oralia Antuna Grijalva por brindarme tanto su confianza y sobre todo la oportunidad de trabajar con ellos en esta investigación, por tenerme la tolerancia para explicarme todas mis dudas y haberme apoyado en esta etapa de mi vida y carrera profesional, de todo corazón le agradezco y que dios los bendiga a ellos y a su familia, por todo el apoyo que ustedes me han brindado.

Mis compañeros Aurelio Martínez Vega, Idelfonso Tovar Cruz, Maricela Lira Rodríguez, Leonardo Darío Suárez Zepeda y Moises Mauricio López Vázquez.

DEDICATORIAS

A Dios por la vida tan maravillosa que me regalo, la sabiduría que me otorgo para terminar mi carrera profesional de Ing. Agrónomo.

A mis padres Omar Martinez Hernández y Lorena Carranza Vejar, por brindarme la oportunidad de haber estudiado una carrera profesional, por todo su apoyo incondicional, sin su cariño, confianza, amor y dedicación no hubiera logrado este gran logro que formara parte de mi historia de vida.

A mis hermanas, Jimena y Arleth, por su incondicional forma y rara de mostrar ese cariño y apoyo que siempre me han tenido y me siguen teniendo.

Abuelos (†) (1) Rafael Carranza Márquez y (†) (2) Margarito Martinez Facio, (1) Por su cariño y amor, por los momentos que juntos compartimos, y por esa confianza y fe que tubo antes de irse de que yo cambiaria para bien, y lo más importante por la madre que trajo al mundo y que me toco. (2) Por ese gran sueño y anhelo de que alguien de la familia fuera un profesionista Ing. Agrónomo, por el gran padre que crio tan trabajador, amoroso, fuerte emocional y físicamente.

A todo el resto de la familia que, sin sus consejos y momentos, no sería lo que soy hoy en día.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el ciclo primavera-verano del 2018 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna con el objeto de evaluar el rendimiento de grano y características agronómicas en 22 híbridos experimentales (Mestizos), dos híbridos comerciales (RX8520, GUEPARDO) y la línea parental de los mestizos (L244). El diseño fue en bloques al azar con tres repeticiones, la parcela experimental consistió en dos surcos de tres metros de largo y 0.75 m entre surcos y a una distancia entre plantas de 0.15 m. Se cuantificaron las variables Floración masculina (FM) y femenina (FF), Altura de planta (AP) y Mazorca (AP), Longitud (LM), Diámetro (DMz), Número de hileras (NH) y granos por hilera (GH) en la mazorca y rendimiento de grano (RG). El análisis de varianza mostró diferencias significativas para floración masculina, floración femenina, altura de planta, altura de mazorca además del rendimiento de grano. Para el resto no se observaron diferencias significativas. El Híbrido RX8520 fue estadísticamente igual a los mestizos en FM y FF, en tanto Guepardo fue estadísticamente igual a 19 mestizos para FF. La AP del RX8520 fue igual a los mestizos y, Guepardo fue diferente y el de menor altura; Para AM el RX8520 fue igual a 21 y Guepardo a 19 mestizos. En RG, el genotipo RX8520 fue el de máximo rendimiento con 14.153 t ha^{-1} , seguido del Guepardo y fueron estadísticamente iguales a 15 y 21 mestizos respectivamente. Las variables LM y GH correlacionaron positiva y significativamente; altura de planta y mazorca correlacionaron positiva y significativamente con rendimiento.

Palabras clave: Maíz, Híbridos, Línea, Mestizo, Braquítico

INDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN	iii
INDICE.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	vi
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Híbridos de Maíz.....	4
2.2 Mestizos.....	8
2.3 Braquitico.....	8
III.-MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1 Sitio experimental.....	10
3.2 Localización geográfica.....	10
3.3 Material genético.....	10
3.4 Diseño Experimental.....	11
3.5 Parcela Experimental.....	11
3.6 Siembra.....	11
3.7 Aclareo.....	11
3.9 Sistema de riego.....	12
3.10 Riegos y fertilización.....	12
3.11 Control de plagas.....	12
3.12 Control de malezas.....	13
3.14 Cosecha.....	13
3.15 Características evaluadas.....	14
3.15.1. Floración masculina (FM).....	14
3.15.2. Floración femenina (FF).....	14
3.15.3. Altura de planta (AP).....	14
3.15.4 Altura de mazorca (AM).....	14
3.15.5 Longitud de mazorca (LMZ).....	14

3.15.6 Diámetro de mazorca (DMZ)	15
3.15.7 Número de hileras (NHI).....	15
3.15.8 Número de grano por hilera (NGH)	15
3.15.9 Rendimiento de grano (RG).....	15
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1. Características de mazorca.....	19
V.- CONCLUSIONES.....	23
VI.- BIBLIOGRAFIA.....	24

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 3.1. Plagas presentes durante el desarrollo del cultivo y su control.	13
Cuadro 4.1 Significancia de cuadrados medios para nueve variables medidas en 22 híbridos experimentales (mestizos), dos híbridos comerciales y el probador TL244. UAAAN-UL.....	18
Cuadro 4.2 Valores medios de nueve variables medidas en 22 híbridos experimentales (Mestizos), dos testigos y el probador TL244. UAAAN-UL.	21
Cuadro 3.4 Coeficiente de correlación fenotípicos entre ocho variables agromorfológicas y rendimiento de grano.	22

I.- INTRODUCCIÓN.

El nivel e importancia global que tiene el maíz según lo describen las estadísticas de la FAO en 2004, que esta especie se cultivó en 163 países donde México se ubicó en el cuarto lugar en términos del volumen de producción. Según cifras reportadas por la FAO, se han producido en promedio 630.3 millones de toneladas de maíz anualmente en los últimos 11 años. Habiéndose originado y evolucionado en la zona tropical como una planta de excelentes rendimientos, hoy día se cultiva hasta los 58° de latitud norte en Canadá y en Rusia y hasta los 40° de latitud sur en Argentina y Chile, (Polanco y Flores, 2008).

México es el lugar de origen de este cultivo y existen en el territorio nacional miles de variedades criollas y locales, así como parientes silvestres. Estos recursos representan un importante reservorio genético para el diseño de futuras variedades. Desde la Revolución Verde hasta los actuales avances en el área de la agrobiotecnología, la tendencia de la agricultura industrial a la búsqueda incesante de altos rendimientos ha conducido a un empobrecimiento genético con la consecuente pérdida de variedades. (Massieu y Lechuga, 2002).

En el ciclo primavera-verano 2020, el avance a enero de 2021 registra 5.8 millones de hectáreas sembradas en México, lo cual representa un incremento de 7.1% comparable con el mismo ciclo del año anterior. Los estados con mayor producción de maíz blanco son: Jalisco, Michoacán y Estado de México, con aportaciones a nivel nacional de 17.2%, 12.1 y 11.2%, respectivamente. Para el

ciclo otoño-invierno 2020-2021 se estima obtener, a enero de 2021, 7.9 millones de toneladas, cifra 0.1% mayor respecto del ciclo precedente, con un rendimiento de 5.0 toneladas por hectárea a nivel nacional, refiriéndose a producción de grano. (SIAP, 2021).

A nivel regional el maíz es de suma importancia, de tal manera que la mayor parte de la superficie de maíz se destina a los cultivos forrajeros del ciclo primavera-verano, (Hernández, 2016). Sin embargo, esta superficie se siembra con híbridos que no fueron formados originalmente para forraje y, en consecuencia, presentan bajo rendimiento de materia seca por hectárea, bajo contenido de grano y alto de fibra lo que ocasionan que la digestibilidad y energía del forraje sean bajas. Además, por lo general estos materiales se siembran a altas densidades de población, lo que ocasiona una escasa cantidad de grano, siendo este último donde se encuentra el mayor valor energético del maíz forrajero como alimento para el ganado (Núñez *et al.*, 1994).

En este sentido Camacho *et al.*, (1995), Geiger *et al.*, (1992), Graybill *et al.*, (1991), encontraron que la proporción de mazorcas se correlaciona de manera alta y significativa con la digestibilidad de la planta total, esto significa que la selección de materiales con alta proporción de mazorcas podría favorecer una mayor calidad forrajera.

Con relación a lo anterior, el programa de mejoramiento genético de la UAAAN-UL, se ha enfocado a seleccionar híbridos de maíz con buen rendimiento

de grano, hojas erectas, de baja altura de planta y mazorca, motivo puntual del presente estudio.

1.1 Objetivo.

Comparar el rendimiento y características agronómicas en mestizos de maíz en primavera respecto a los híbridos comerciales.

1.2 Hipótesis.

H₀: Los mestizos tendrán el mismo rendimiento y características agronómicas que los comerciales.

H_a: Los mestizos tendrán diferente rendimiento y características agronómicas que los comerciales.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Híbridos de Maíz.

El maíz es normalmente monoico, con inflorescencia terminal estaminada (panoja) o flor masculina; y flores femeninas pistiladas, ubicadas en yemas laterales (mazorcas); así, el maíz produce su rendimiento económico (grano) en ramificaciones laterales.

Como resultado de esta separación de mazorca y panoja, y del fenómeno llamado protrandia en la floración, el maíz es una especie alógama (de polinización cruzada) y su tipo de inflorescencia ha permitido la producción de híbridos con alto potencial de rendimiento y amplia adaptación, (Deras, 2020).

El nivel e importancia global que tiene el maíz lo describe según las estadísticas de la FAO en 2004, que esta especie se cultiva en 163 países y México se ubicó en el cuarto lugar en términos del volumen de producción. Según cifras reportadas por la FAO, se han producido en promedio 630.3 millones de toneladas de maíz anualmente en los últimos 11 años. Habiéndose originado y evolucionado en la zona tropical como una planta de excelentes rendimientos, hoy día se cultiva hasta los 58° de latitud norte en Canadá y en Rusia y hasta los 40° de latitud sur en Argentina y Chile. (Polanco y Trinidad, 2008)

El maíz (*Zea mays* L.) es el cultivo más importante de México, desde el punto de vista alimentario, económico, político y social. Este grano se produce en dos

ciclos agrícolas: primavera–verano y otoño–invierno, bajo diversas condiciones agroclimáticas de humedad: seco (temporal), punta de riego y riego (SIAP, 2007).

Desde el punto de vista económico, el maíz se siembra en más de 8 millones de hectáreas, que representa 39 % de la superficie agrícola nacional y 63 % de la superficie sembrada con granos y oleaginosas; contribuye con 8 % del producto interno de la agricultura y es el cultivo que más fuerza de trabajo ocupa. No obstante, se importaron 8 millones de toneladas de grano de maíz en 2006 y 10 millones de toneladas en 2010, lo que pone a este alimento a la cabeza de las importaciones de productos agrícolas de México (Luna *et al.* 2012).

Hay un gran interés en que México reduzca las importaciones y abastezca su consumo de maíz con producción propia en los próximos años. El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (SIAP 2021) asegura, que es necesario aumentar la productividad del maíz dándole a los productores acceso a tecnologías apropiadas, incluidas las semillas mejoradas.

Las semillas híbridas son aquellas que han sido modificadas mediante el mejoramiento genético convencional que incluye la producción de líneas, variedades de polinización abierta y la hibridación. En pocas palabras, el mejoramiento genético convencional de maíz se basa principalmente en la hibridación, mediante el desarrollo de líneas puras por auto-polinización, la producción de cruces entre las líneas derivadas y la identificación de híbridos que

tienen un rendimiento estable y confiable a través de un gran número de ambientes, (Bayer 2021).

La adopción de mejores tecnologías es un requisito para que los productores de maíz mejoren su competitividad. Se ha estimado que el potencial de producción sostenible de este cereal en México es de 52 millones de toneladas, de las cuales 28 millones serían factibles de lograr en el corto plazo (tres a seis años), sin incrementar la superficie sembrada y sin utilizar maíz transgénico, mediante la aplicación de tecnología de producción, variedades y prácticas de cultivo disponibles, desarrolladas por instituciones públicas nacionales de investigación y de educación superior (Turrent, 2009).

En el caso del maíz, existen varios tipos de híbridos: simples, dobles, triples, mestizos e intervarietales, donde cada tipo tiene una configuración parental distinta, pero en todos los casos, la semilla híbrida que se comercializa se obtiene del cruce entre dos progenitores: macho y hembra. Teniendo en cuenta que los órganos del maíz, es decir, masculino y femenino, están separados, puede intuirse cierta facilidad a la hora de llevar a cabo los procesos de cruzamiento entre dos plantas (Mac Robert *et al.*, 2015).

Considerando todo lo anterior, los distintos tipos de híbridos de maíz son descritos a continuación, siendo los más comunes los de cruzamiento simple, doble y triple. Son los siguientes, (Mac Robert *et al.*, 2015):

- Híbrido simple. Se genera mediante el cruce de dos líneas endogámicas.
- Híbrido doble. A partir de dos híbridos simples.

– Híbrido triple. Obtenido mediante cruzamiento de un híbrido simple con una línea endogámica.

– Híbrido mestizo. Resulta de la cruce entre una variedad de polinización libre y una línea endogámica.

– Híbrido intervarietal. Es el resultado del cruce entre dos variedades de polinización libre (VPL) no emparentadas.

Smith y Smith (1989) sugieren que la descripción morfológica y fisiológica de genotipos podría beneficiar tanto al mejorador de plantas como al productor de semillas y al agricultor, ya que permite adecuar las prácticas de manejo en el cultivo para cada genotipo y contar con parámetros de elección más precisos basados en el conocimiento científico sobre la respuesta ecofisiológica del genotipo cultivado.

Bonamico, *et al.* (2004) sugiere que la caracterización de genotipos de maíz en etapa vegetativa por atributos fisiológicos y morfológicos, tiene una implicación práctica importante en el mejoramiento vegetal, tanto para la identificación de genotipos comerciales como para la estimación de relaciones genéticas.

Tadeo y Espinosa (2004) refieren que el mejoramiento de maíz se ha propuesto como una alternativa para optimizar el rendimiento de grano y la resistencia ante variables ambientales adversas, de ahí la generación de genotipos híbridos de amplitudes y tolerancias diversas.

2.2 Mestizos.

Mac Robert *et al.* (2015), un híbrido mestizo resulta de la cruce entre una variedad de polinización libre y una línea endogámica.

Por su parte Ortiz y Ezcurra (2001) mencionan que la modificación genética resultado de la selección convencional, involucra experimentar con la variabilidad genética ya existente en las variedades o razas de una especie, o entre unas cuantas especies emparentadas entre sí, rara vez, entre especies de géneros hermanos. Una planta o un animal que ha sido modificado recibiendo ADN de una fuente externa a su propio genoma, es llamado organismo transgénico u organismo genéticamente modificado.

Mestizo es una cruce entre líneas autofecundadas y un progenitor común como polinizador (variedad, híbrido simple o línea) se utiliza para determinar la habilidad combinatoria general y/o específicas de las líneas. Es decir, para detectar los genotipos fijados más sobresalientes en productividad, características agronómicas deseables, etc. (Allard, 1980).

2.3 Braquítico.

Anderson y Chaw (1963) definen que los materiales braquíticos pueden ser de tan altos rendimientos como los normales, puesto que el gene reduce la longitud de los entrenudos y a pesar de que sus hojas son más anchas son de menor longitud.

El gene braquítico - 2 (br- 2), que se introdujo en 1966, se incorporó a maíces normales colombianos para aumentar su resistencia al volcamiento (Carmen y

Arboleda, 1982). En la década del 70 se liberaron paulatinamente, cuatro braquíticos de muy buenas características agronómicas pero sus rendimientos siguen siendo inferiores a los de sus versiones normales, Vargas, *et al.*, (1973).

Cook (1915) Indica que se denominan braquíticos a las plantas mutantes que tienen como peculiaridad el acortamiento del entrenudo del tallo, sin que haya una disminución similar en otras características de la planta.

Camacho *et. al.*, (1995). Determinan que el maíz braquítico es un material de porte enano, que produce gran cantidad de área foliar total por planta; alto número de hojas y muy anchas.

III.-MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Sitio experimental.

El trabajo de investigación se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de la Unidad Laguna (UAAAN-UL) localizado en el predio de San Antonio de los bravos sobre el periférico Raúl López Sánchez y carretera a Santa Fe. CP.27059, Torreón Coahuila México.

3.2 Localización geográfica.

Se localiza en la parte central de la porción norte de los estados Unidos Mexicanos, se encuentra ubicada entre los paralelos 24° 30' y 27 ° de latitud norte y entre los 102° y 104° 40' longitud oeste, a una altitud de 1120 msnm; el clima se clasifica como muy seco con un rango de temperaturas semiáridas, con inviernos benignos, que oscilan entre 14 – 22 °C con deficiencias de lluvia durante todas las estaciones del año con precipitaciones de 100 – 400 mm (INEGI, 2009).

3.3 Material genético.

Se porte bajo derivadas por el programa de mejoramiento genético de la UAAAN-UL y la línea TL– 244. Los híbridos se formaron al cruzar las 20 líneas con la TL-244. Además, se utilizaron dos híbridos comerciales como testigos RX8520 y Guepardo, además la línea TL-244.

3.4 Diseño Experimental.

El diseño fue bloques completos al azar con 25 tratamientos y tres repeticiones.

3.5 Parcela Experimental.

Cada parcela fue de dos surcos de 2m de largo y 0.75m entre surcos y, una distancia entre planta y planta de 0.15m, con 28 plantas por surco para una población aproximada de 88 mil plantas por hectárea.

3.6 Siembra.

La siembra se realizó en seco en ciclo de verano de manera manual el 14 de junio del 2018, depositando dos semillas por golpe en cada marca a una distancia 0.15m.

3.7 Aclareo.

El aclareo de las plantas de maíz se realizó 22 días después de la siembra, dejando una planta en cada marca establecida.

3.9 Sistema de riego.

Se instaló un sistema de riego por goteo con cintilla calibre 6000 con goteros de una distancia de 20 cm, usando tubería de PVC hidráulico de 2 pulgadas.

3.10 Riegos y fertilización.

Se aplicaron 15 riegos dentro de los cuales se aplicó el fertilizante, con una lámina final de 63 cm con un tiempo de riego de 4 horas para cada uno con intervalos de 4 días.

La fórmula aplicada fue de 190-100-00 para Nitrógeno-Fósforo y Potasio. Repartido en 5 partes durante diferentes etapas fenológicas del cultivo. La primera aplicación etapa V2 fue de 20 unidades (N y P), segunda aplicación etapa V7 con 10 unidades de P, tercera aplicación V11 con 48.53 unidades de N y 20 unidades de P, cuarta aplicación V12 con 48.53 unidades de N.

3.11 Control de plagas.

Se hicieron monitoreos en zig-zag en puntos diferentes de la parcela de para la detección de las plagas. Los insectos-plaga que se presentaron en el lote experimental y su control se muestran en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Plagas presentes durante el desarrollo del cultivo y su control.

Plaga	Producto	Dosis	Ingrediente Activo
Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Helmolfos 24/06/18	0.5 L/ha	Clorpirifos etil 44%
	Metomilo 07/07/18	250 g/ha	Metomil
	Metomilo 21/07/18	300g/ha	Metomil
Chicharrita (Dabulus maidis)	Diazinon 25% 02/07/18	1 L/ha de agua	organofosforado
Pulga saltona (Epirix cucumeris (harris))	Warrior 600 04/08/18	1l/ha	Metamidofos: 0,5- dimetil fosforo amidotioato
Gusano elotero (<i>Helicoverpa zea</i>)	Muralla max 26/08/18	0.25 L/ha.	Imidaclorpid
<i>Diabrotica Balteata</i>	Muralla max 26/08/18	0.25 L/ha.	Imidaclorpid
Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>), (<i>Aleyrodidae</i>)	Muralla max 26/08/18	0.25 L/ha.	Imidaclorpid

3.12 Control de malezas

A los cuatro días seguido de la siembra se aplicó un herbicida pre-emergente Primagram (IA 370 atrazina + 290 g metolaclor) con dosis mínima recomendada de 3.5 L/ha. Con su adherente bufex 1gr/L con aspersora de 20 litros, con suelo húmedo, posteriormente durante todo el desarrollo del cultivo se hizo de manera manual.

3.14 Cosecha

La cosecha se llevó a cabo el 3 de noviembre del 2018 a los 142 días después de la siembra en la etapa de madurez fisiológica, la cual se determina cuando en el grano se torna color negro el pedicelo, así como su humedad optima. Se cosechó

de manera manual el total de mazorcas de cada parcela, separando cada tratamiento, para su posterior toma de peso.

3.15 Características evaluadas.

3.15.1. Floración masculina (FM)

Floración masculina se cuantifico el número de días desde el momento de la siembra hasta cuando la floración alcanzo el 50% del total de plantas que liberaron polen.

3.15.2. Floración femenina (FF)

Se cuantifico como el número de días que trascurrieron desde la siembra hasta manifestar el 50% del total de floración de plantas totales de la parcela.

3.15.3. Altura de planta (AP)

Se cuantificó como la longitud tomada entre la base del tallo de la planta y el último nudo donde inicia la espiga. Se midieron 5 plantas representativas de cada parcela para obtener el dato expresado en centímetros.

3.15.4 Altura de mazorca (AM)

Es la longitud tomada a partir desde la base del tallo y el primer nudo de inserción de la primera mazorca principal (de arriba para abajo). Para obtener este valor se tomó 5 plantas representativas de cada parcela, valor expresado en centímetros.

3.15.5 Longitud de mazorca (LMZ)

Se tomaron 5 mazorcas al azar, con una regla métrica de 30 centímetros se midió desde la base hasta el ápice de la mazorca.

3.15.6 Diámetro de mazorca (DMZ)

Para tomar el dato de este parámetro, se seleccionaron cinco mazorcas al azar por cada parcela y con un Vernier digital de 6" marca Truper. Se midió el diámetro de la mazorca en la parte central de la misma.

3.15.7 Número de hileras (NHI)

Se hizo la cuantificación de 5 mazorcas tomadas al azar de cada parcela y se registró como el número absoluto de hileras. Se contaron las hileras en la parte media de la mazorca

3.15.8 Número de grano por hilera (NGH)

Se realizó el conteo de número de granos, se seleccionó una hilera de la mazorca y se contó el número de granos que tuvo desde la base hasta el ápice de la mazorca. Los datos fueron tomados a 5 mazorcas al azar por cada parcela

3.15.9 Rendimiento de grano (RG)

Se tomó una muestra aleatoria de 100 g de grano de las mazorcas de cada parcela cosechada para determinar el contenido de humedad al momento de la cosecha con un determinador de humedad Dickey y John digital. El peso seco se estimó multiplicando el por ciento de humedad por el peso de campo. Finalmente, el rendimiento en mazorca al 15.5 por ciento de humedad se obtuvo al multiplicar el peso de campo por el factor de conversión a t ha⁻¹.

$$FC = 10\ 000\ m^2 / (APU \times 0.845 \times 1000)$$

donde: FC = Factor de conversión a ton ha⁻¹ al 15.5 % de humedad, APU = Área de parcela útil (distancia entre surcos x longitud de surco x número de surcos), 0.845 = Constante para obtener el rendimiento al 15.5 por ciento de humedad, 1000 = Coeficiente para obtener el rendimiento en t ha⁻¹ y 10 000 m² = Superficie de equivalente a una hectárea.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza de las nueve variables consideradas en el presente estudio detectó diferencias altamente significativas en cinco de las nueve variables. Lo anterior significa que los tratamientos (híbridos) involucrados en este estudio fueron iguales estadísticamente para características de mazorca, pero diferentes ($p \leq 0.05$) en FM, FF, ALP, ALM y rendimiento de grano. Estas diferencias agromorfológicas y de rendimiento serán útiles en la comparación e identificación de los mejores.

Los coeficientes de variación (CV), se pueden clasificar como bajos para siete de las nueve variables, excepto la variable GH, con 9.9 por ciento que de acuerdo a Pimentel (1985) se puede clasificar como de valor medio.

En Cuadro 4.2, se concentran los valores medios de las nueve variables cuantificadas en los 22 híbridos (Mestizos), dos híbridos comerciales y el probador. Respecto a los días a FM y FF, el probador TL-244 y el mestizo EN067xTL fueron significativamente los más tardíos, con 67 y 68 días respectivamente para ambas floraciones y para el probador y mestizo. Para floración masculina, Guepardo fue el más precoz seguido de 19 mestizos y el híbrido comercial RX8520. En floración femenina, los más precoces fueron Guepardo, y los mestizos EN0712xTL2 y EN042xTL con 63 días, estadísticamente iguales a 20 genotipos. El híbrido comercial Guepardo fue el que exhibió mayor precocidad.

El promedio de altura de planta fue de 2.3 m y donde el mestizo EN0610xTL registró la mayor altura con 2.51 m, significativamente igual a 20 genotipos más y

donde está considerado el híbrido RX8520 con una altura de 2.48 m. Seis materiales fueron la menor altura donde están considerados el probador y Guepardo con 2.18 m respectivamente.

El mestizo EN0610xTL también registró la mayor altura de mazorca (ALM) con 1.48 m, estadísticamente igual a 16 genotipos donde se incluye el probador TL-244 con 1.26 m. Guepardo fue el de menor ALM con 1.15 m estadísticamente igual a RX8520 con 1.23 m y a siete mestizos más.

Aunque los mestizos fueron cruzados con líneas tipo braquítico, este carácter no se manifestó en el estudio pues el promedio de la altura de planta fue de 2.30 m, lo anterior se explica por ser de naturaleza recesiva.

Cuadro 4.1 Significancia de cuadrados medios para nueve variables medidas en 22 híbridos experimentales (mestizos), dos híbridos comerciales y el probador TL244. UAAAN-UL.

F V	REP	TRAT	EE	CV	
GL	2	24	48	(%)	\bar{x}
FM (días)	6.4*	6.7**	1.4	1.9	64.0
FF (días)	9.21*	7.31**	1.24	1.7	66.3
ALP (m)	0.01	0.03**	0.02	4.5	2.29
ALM (m)	0.005	0.023**	0.0048	5.4	1.29
LM (cm)	0.3	2.59 ns	2.56	9.9	16.2
DMz (mm)	0.015	0.023 ns	0.06	5.2	4.7
NH	0.38	0.79 ns	1.12	7.0	15.13
GH	3.04	14.08 ns	20.21	11.5	39.05
RG (t ha ⁻¹)	5.73*	7.12**	0.9	8.0	11.86

*, **, = significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. FM=Floración Masculina, FF=Floración femenina, ALP=Altura de planta, ALM= Altura de Mazorca, LM=Longitud de mazorca, DMz=Diámetro de mazorca, NH= Número de hileras, GH= Granos por hilera, RG=Rendimiento de grano.

4.1. Características de mazorca

En el presente estudio, no se detectaron diferencias significativas para estas variables se observa que para LM la media fue de 16 cm con intervalos de 14.5 a 17.7 cm; dentro de los genotipos que sobresalen con mayor LM están: el híbrido RX8520 con 17.7cm y el genotipo TL244 y los mestizos EN0616xTL con 17.6 cm y EN0610xTL con 17.5 cm.

Para DM, se observó un valor medio de 4.71 mm y un rango que oscila de 4.56 a 4.92 mm. Los genotipos que mostraron el mayor DM fueron EN027xTL, EN0616xTL y EN077xTL. Los híbridos comerciales RX8520 y GUEPARDO, registraron 4.73 y 4.56 mm.

En promedio el número de hileras (NH) que exhibieron los genotipos, fue de 15.1. Los genotipos oscilaron para esta variable de 16.0 a 14.3. Los genotipos EN042xTL y EN067xTL con 16.0 hileras, en contraste, los híbridos comerciales RX8720 y Guepardo mostraron 14.7y 15.1, y el mestizo EN033xTL registró el menor NH.

El número de granos por hilera (GH) promedio fue de 39, con un intervalo de nueve (9) granos y que oscila de 34 a 43 GH y, donde el mestizo EN0512xTL mostró el mayor número de granos (GH), en contraste el mestizo EN027xTL presentó el menor promedio 34. Lo anterior refleja la variación dentro de los mestizos. Los híbridos comerciales RX8520 y Guepardo, ambos mostraron 38 GH.

Para el rendimiento de grano (RG), las diferencias son significativas, donde el híbrido comercial RX8520 presentó el máximo valor (14.153), seguido de Guepardo y 15 mestizos los cuales fueron estadísticamente iguales. El genotipo con un menor rendimiento fue el probador TL244, lo cual es lógico pues se trata de una línea.

Cuadro 4.2 Valores medios de nueve variables medidas en 22 híbridos experimentales (Mestizos), dos testigos y el probador TL244. UAAAN-UL.

TRAT	FM	FF	ALP	ALM	LM	DMz	NH	GH	RG
RX8520	63	66	2.48	1.23	17.7	4.73	14.7	38	14.153
Guepardo	61	63	2.18	1.15	15.5	4.56	15.1	38	13.610
EN067xTL	67	68	2.48	1.33	15.6	4.73	16.0	39	13.583
EN0812xTL	63	66	2.28	1.26	15.5	4.65	15.5	37	13.127
EN0512xTL	66	67	2.38	1.37	17.2	4.80	14.8	43	13.083
EN0616xTL	66	67	2.27	1.35	17.6	4.83	15.3	42	12.940
EN027xTL	65	68	2.21	1.24	14.5	4.92	14.9	34	12.760
EN0510xTL	64	67	2.37	1.31	14.9	4.65	16.0	36	12.590
EN0610xTL	64	66	2.51	1.48	17.5	4.68	15.6	42	12.530
EN0801xTL	63	67	2.41	1.41	14.7	4.64	14.9	37	12.387
EN086xTL	63	64	2.28	1.33	16.5	4.76	15.9	40	12.153
EN0313xTL	64	67	2.33	1.28	16.0	4.61	14.5	39	11.923
EN0712xTL	62	63	2.14	1.23	16.5	4.68	14.6	41	11.920
EN0612xTL	63	67	2.39	1.36	15.8	4.66	14.4	38	11.867
EN024xTL	64	67	2.32	1.37	15.3	4.64	15.1	38	11.800
EN078xTL	62	67	2.24	1.16	16.4	4.76	15.7	38	11.783
EN058xTL	64	67	2.21	1.20	17.1	4.57	14.7	39	11.660
EN039xTL	64	67	2.22	1.33	16.0	4.76	14.9	40	11.337
EN077xTL	64	66	2.25	1.42	16.1	4.82	15.2	40	11.093
EN033xTL	63	67	2.20	1.16	17.1	4.80	14.3	41	10.973
EN042xTL	62	63	2.18	1.24	15.7	4.70	16.0	40	10.967
EN075xTL	63	66	2.25	1.29	15.3	4.65	14.9	38	10.873
EN0216xTL	65	67	2.36	1.37	16.2	4.77	14.9	41	10.833
EN044xTL	63	67	2.28	1.18	15.7	4.73	15.5	38	10.567
TL244	67	68	2.18	1.26	17.6	4.61	14.9	40	6.110
Media	64	66	2.30	1.29	16.2	4.71	15.1	39	11.865
Tukey (0.05)	4	4	0.32	0.22	5.1	0.78	3.4	14	3.009

FM=Floración Masculina, FF=Floración femenina, ALP=Altura de planta, ALM= Altura de Mazorca, LM=Longitud de mazorca, DMz=Diámetro de mazorca, NH= Número de hileras, GH= Granos por hilera, RG=Rendimiento de grano.

Las variables que definen la magnitud de la mazorca muestran correlación entre ellas y con el rendimiento. Se observa que la FM correlacionó positivamente con FF (0.69) y AMZ (0.42). Martínez *et al.* (2010) encontró resultados similares con estas variables. También se observaron correlaciones significativas de AP con AMZ (0.59) y RG (0.45), resultados similares reporta Martínez *et al.* (2010) para AP y AMZ con un valor de 0.99 y, Bertola y Mancilla (2021) asociaron significativamente la AP y RG (0.77). Otra asociación interesante y significativa se observó entre la LM y GH con un valor de 0.74. Asociaciones similares fueron reportadas por Bertola y Mancilla (2021) con un valor de 0.85.

Cuadro 3.4 Coeficiente de correlación fenotípicos entre ocho variables agromorfológicas y rendimiento de grano.

	FM	FF	AP	AMZ	LM	DMZ	NH	GH	RG
FM		0.69**	0.29	0.42*	0.25	0.29	0.02	0.25	-0.22
FF			0.35	0.21	0.00	0.23	-0.18	-0.19	-0.18
AP				0.59**	0.06	-0.01	0.16	0.02	0.45**
AMZ					-0.01	0.13	0.11	0.29	0.08
LM						0.08	-0.21	0.74**	-0.17
DMZ							0.07	0.14	0.14
NH								-0.10	0.15
GH									-0.17

*, ** Valores significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad. FM=Floración Masculina, FF=Floración femenina, ALP=Altura de planta, ALM= Altura de Mazorca, LM=Longitud de mazorca, DMz=Diámetro de mazorca, NH= Numero de hileras, GH= Granos por hilera, RG=Rendimiento de grano.

V.- CONCLUSIONES

- El análisis de varianza mostró diferencias significativas para Floración masculina (FM), floración femenina (FF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AMZ) además del rendimiento de grano (RG). Para el resto no se observaron diferencias significativas.
- El Híbrido RX8520 fue estadísticamente igual a los mestizos en FM y FF, en tanto Guepardo fue estadísticamente igual a 19 mestizos para FF.
- La AP del RX8520 fue igual a los mestizos y, Guepardo fue diferente y el de menor altura;
- Para AM el RX8520 fue igual a 21 y Guepardo a 19 mestizos.
- En RG, el RX8520 fue el de máximo rendimiento con 14.153 t ha^{-1} , seguido del Guepardo y fueron estadísticamente iguales a 15 y 21 mestizos respectivamente.
- Las variables LM y GH correlacionaron positiva y significativamente; Altura de planta y mazorca correlacionaron positiva y significativamente con rendimiento.

VI.- BIBLIOGRAFIA

- Agric. Res. 3,387–400. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/33941#page/535/mode/1up>. Emerson, RA, 1912. La herencia de ciertas "anormalidades" en maíz. Ann. Rpt. Amer. Breeder's Assoc. 8,385–399. <https://doi.org/10.1093/jhered/os-8.1.385>
- Allard, R. W. (1980) Principios de la mejora genética de las plantas. Editorial EOSA. España. 498 p.
- Allen M, O'neil KA, Main DG, Beck J. Relationship among yield and quality traits of corn hybrids for silage. J Dairy Sci 1991;74(Suppl 1):221. 9.
- Anderson, J. C. and CHaw, D. N. 1963 Phenotype and grain yield associated with brachytic- 2 gene in single cross hybrids of dent com. Crop Sci. 3:111- 113.
- Bayer (2021) Maíz híbrido, una salida a la hambruna. EN: Hablemos del campo. Recuperado el 12 de diciembre de 2021 de <https://www.hablemosdelcampo.com/maiz-hibrido-una-salida-a-la-hambruna/>
- Bertola, A del P, P Mancilla S. 2021. Adaptación y mejoramiento genético de maíces especiales con importancia regional para la zona semiárida central de la provincia de Córdoba. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Córdoba Argentina.
- Bonamico, N., Aiassa, M., Ibáñez M., Di Renzo, M., Díaz, D. y Salerno, J. 2004. Caracterización y clasificación de híbridos simples de maíz con marcadores SSR. Revista de Investigaciones Agropecuarias 33(2): 129-144.
- 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 Agrícola. 52 (2): 294-298).
- Carmen C., O. y Arboleda R. F. 1982. Modificaciones fenotípicas por efecto de selección masal estratificada en dos poblaciones braquíticas de maíz (*Zea mays* L.) Acta Agronómica (Colombia) 32 (1/4): 5 -20.
- Cook, OF, 1915. Brachysm, deformidad hereditaria de algodón y otras plantas. J.
- Deras Flores, H. 2020. Guía técnica: El cultivo de maíz.
- Geiger HH, Seitz G, Melchinger AE, Schmidt GA. 1992. Genotypic correlations in forage maize I. Relationships among yield and quality traits in hybrids. Maydica;(37):95-99.

- Graybill JS, Cox WJ, Otis DJ. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date, and plant density. *Agron J* 1991;(83):559-564.
- Heck, Mónica I. Raquel A. Defacio, Marcelo E. Ferrer, Alfredo G. Cirilo, Silvina I. Fariza, Adrián D. De Lucia, Jorge A. Blaschik. 2020. Evaluación de la variabilidad agromorfológica de poblaciones nativas de maíz de Misiones, Argentina. *RECyT Año 22 / N° 33 // 6–13*.
- Hernández, O.C.A. 2016. Oferta de maíz y sorgo forrajeros en la comarca lagunera. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. UL. Torreón, Coahuila, México. P 1 – 64.
- INEGI (2009) Censos Económicos 2009. Disponible en línea. Consultado eo 2 de febrero 2022. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2009/>
- Luna Mena, Bethel M., Hinojosa Rodríguez, Ma. Alejandra, Ayala Garay, Óscar J., Castillo González, Fernando, & Mejía Contreras, J. Apolinar. (2012). Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México. *Revista fitotecnia mexicana*, 35(1), 1-7. Recuperado en 12 de diciembre de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802012000100003&lng=es&tlng=es.
- Mac Robert, J. F., P.S. Setimela, J. Gethi y M. Worku. 2015. Manual de producción de semilla de maíz híbrido. México, D.F.: CIMMYT.
- Mac Robert, J. F., Setimela, P. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. 88 Mena Munguía, Salvador, Lepiz Ildelfonso Rogelio (2017). *Genética y genotecnia 100 preguntas y respuestas*. Fundación Colpos.
- Martínez, M, Ortiz, R, Ríos, H, & Acosta, Rosa. (2010). Análisis de las correlaciones en poblaciones cubanas de maíz. *Cultivos Tropicales*, 31(2), 00. Recuperado en 28 de enero de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000200011&lng=es&tlng=es.
- Massieu T. Y. & Lechuga M. J. (2002). El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. *Análisis Económico*, XVII(36),281-303. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41303610>
- Núñez, H. G.; González, C. F. y Martín del Campo, V. S. 1994. Efecto de la densidad de plantas en la producción y calidad de maíz en híbridos de hojas erectas para ensilaje. *Avances de investigación agropecuario*. 3(1):25-30.
- Ortiz, S. y E. Ezcurra, «Gaceta Ecológica», Núm. 60, Instituto Nacional de Ecología, México, 2001.
- Pimentel, F. 1985. Curso de estadística experimental. Livraria Nobel S.A. San Pablo Brazil.

- Polanco J., A., y Flores M., Trinidad. 2008. Bases para una política de i&d e innovación de la cadena de valor del maíz. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C. México Distrito Federal.
- Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP). 2021. Balanza disponibilidad-consumo Maíz Blanco. Dirección de Análisis Estratégico. Secretaría De Agricultura Y Desarrollo Rural. (SADER). Boletín.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2007) Situación Actual y Perspectivas del Maíz en México 1996–2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, D.F. 208 p.
- Sistema de Información Agropecuaria (SIAP). 2011. SIACON 1980-2011: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. SAGARPA. México. Disponible en: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comanuar.html (Revisado: 12 de septiembre de 2012).
- Smith, I. y Smith, O. 1989. The description and assessment of distances between inbred lines of maize: The use of morphological traits as descriptors. *Maydica* 34: 141-150.
- Tadeo, M. y Espinosa, A. 2004. Producción y Tecnología de semillas. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. División de Ciencias Agropecuarias. 106 pp.
- Turrent–Fernández A (2009) El potencial productivo de maíz. *Ciencias* 92–93:126–129.
- Vargas S., J. E.; Arboleda R., F. y Sarria, D. 1973. Híbridos de maíz resistentes al vuelco. Palmira, ICA. (Hoja divulgativa No. 04).