

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de Híbridos Triples y Dobles de Maíz  
(Zea maíz L.)

Por:

**MIGUEL ÁNGEL HERNÁNDEZ ABARCA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de Híbridos Triples y Dobles de Maíz  
(Zea maíz L.)

Por:

**MIGUEL ÁNGEL HERNÁNDEZ ABARCA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera

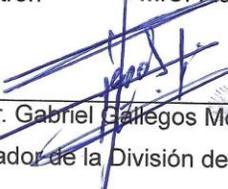
Asesor Principal

  
Ing. Raúl Gándara Huitrón

Coasesor

  
M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos

Coasesor

  
Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2017

## ***AGRADECIMIENTOS***

### ***A DIOS***

*Primeramente por darme la vida y darme la familia más maravillosa que tengo que gracias a ella he salido adelante, por haberme acompañado desde que comencé mis estudios y poder lograr una de mis metas, por guiarme siempre por el camino del bien y darme las fuerzas para poder salir adelante en los momentos difíciles.*

### ***A MI ALMA TERRA MATER***

*La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme abierto sus puertas, haberme permitir lograr una de mis metas y permitirme cumplir con uno de mis sueños de tener una profesión para ser una mejor persona en la sociedad, me siento orgullo haber pertenecido a una gran institución como lo es la UAAAN que me cobijo y me permitió realizar mi sueño de ser Ingeniero Agrónomo.*

### ***A MIS ASESORES***

*Por haberme dedicado el tiempo necesario para llevar a cabo este trabajo de investigación, por verme brindado su confianza y porque siempre estuvieron apoyándome al Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera, Ing. Raúl Gándara Huitrón, MC. Fidel Maximiano Peña Ramos y al MC. Roberto Espinoza Zapata, por haberme asesorado en la elaboración de mi tesis le estoy inmensamente agradecido.*

## ***A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS***

*Bernardino Amado Amador, Gamaliel Morales García, Alfredo Díaz Hernández, José Elmar Díaz Vásquez, Froilán Juárez Zabala, Carlós Alberto Bravo Sol, Rudycel Gómez Roblero, rey David Hernández valencia, Carlós Ortega Castañeda, Edílberto Barbón Huesca, les doy las gracias por la amistad que me brindaron todo el tiempo que estuvimos conviviendo, para mí fueron como una familia que se apoyaba mutuamente, les deseó lo mejor de la vida, que dios los bendiga y los guie siempre por un buen camino.*

## ***DEDICATORIAS***

### ***A MIS PADRES***

*Efrén Hernández Bautista, Rosa Cruz Abarca Méndez a quienes les estoy infinitamente agradecido por el cariño que me han brindado y los valores que me han inculcado para ser una persona de bien, hoy me lleno de orgullo al compartirles este logro ya que sin ustedes no hubiera logrado mi meta de mi formación profesional, no hay palabras para agradecerles el apoyo que me han dado y el inmenso cariño que me han brindado.*

## ***A MIS HERMANOS***

*Rodolfo Hernández Abarca, Ana Isabel Hernández Abarca, Ana Laura Hernández Abarca, porque sin sus consejos, amor y apoyo no hubiera podido culminar mis estudios, es por eso quiero agradecerles por el infinito apoyado que me han brindado en las buenas y en las malas, hoy les comparto unos de mis metas logradas que sin ustedes no hubiera sido posible, este logro es para ustedes con amor y el cariño.*

## ***A MI FAMILIA***

*Este trabajo se los dedico a toda mi familia, en especial a mis padres que siempre confiaron en mí, hermanos, sobrinos, tíos, primos, y amigos gracias por sus consejos y apoyo.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VI
ÍNDICE DE CUADROS .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
RESUMEN .....	IX
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Taxonomía .....	4
Descripción Botánica.....	4
Tallo .....	5
Flor.....	5
Líneas Puras.....	6
Híbridos .....	7
Híbrido Simple .....	7
Híbrido Triple.....	8
Híbrido Doble .....	9
Crecimiento de la Producción de Maíz .....	10
Perspectivas de Desarrollo de Semilla de Maíz.....	10
Producción y Tecnología de Semillas Mejoradas de Maíz .....	12
Demanda de Semilla Mejorada de Maíz .....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
Localización del Sitio Experimental .....	15
Características del Sitio Experimental .....	16
Clima.....	16
Temperatura.....	16
Suelo.....	16
Material Genético .....	17
Tratamientos .....	19
Distribución de los Tratamientos .....	19
Labores Culturales .....	19
Preparación del Terreno .....	19
Siembra .....	20

Riego.....	20
Deshierbe .....	20
Cosecha .....	20
Variables Evaluadas.....	21
Mediciones a la Planta .....	21
Diseño Experimental .....	22
Modelo Estadístico .....	23
Coeficiente de Variación .....	23
D.M. S.....	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	25
Análisis de Varianza.....	25
V. CONCLUSIONES.....	37
VI. LITERATURA CITADA .....	38

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.-</b> Genealogía y Rendimiento (ton/ha) de los 13 Híbridos Utilizados en el Trabajo de Investigación. ....	18
<b>Cuadro 2.-</b> Descripción de Variables.....	22
<b>Cuadro 3.-</b> Análisis de Varianza para el Rendimiento en Mazorca de los Híbridos Bajo Estudio. Ambiente 1 .....	25
<b>Cuadro 4.-</b> Concentración de Medias de Rendimiento en Mazorca de los Híbridos Estudiados. Ambiente 1.....	26
<b>Cuadro 5.-</b> Análisis de Varianza para Rendimiento en Mazorca de los Híbridos Bajo Estudio. Ambiente 2.....	27
<b>Cuadro 6.-</b> Concentración de Medias de Rendimiento en Mazorca de los Híbridos Estudiados. Ambiente 2.....	28
<b>Cuadro 7.-</b> Análisis de Varianza para Rendimiento en Grano de los Híbridos Bajo Estudio. Ambiente 1.....	29
<b>Cuadro 8.-</b> Concentración de Medias de Rendimiento en Grano de los Híbridos Estudiados. Ambiente 1 .....	30
<b>Cuadro 9.-</b> Análisis de Varianza para Rendimiento en Grano de los Híbridos Bajo Estudio. Ambiente 2.....	31
<b>Cuadro 10.-</b> Concentración de Medias de Rendimiento de los Híbridos Estudiados. Ambiente 2 .....	32
<b>Cuadro 11.-</b> Análisis de Varianza Combinado para Rendimiento en Mazorca.	33
<b>Cuadro 12.-</b> Medias de Rendimiento en Mazorca de Forma Combinada de las 2 Localidades.....	34
<b>Cuadro 13.-</b> Análisis de Varianza Combinado para Rendimiento. ....	35
<b>Cuadro 14.-</b> Medias de Rendimiento en grano de Forma Combinada de las 2 Localidades.....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.-</b> Ubicación de la Parcela Donde se Realizó la Investigación. ....	15
---	----

## RESUMEN

Por la gran importancia que tiene el cultivo del maíz a nivel mundial se ha implementado programas de mejoramiento para incrementar el rendimiento de grano por unidad de superficie.

Por el déficit que existe en México es necesario convocar a los organismos públicos y privados para tratar de resolver este problema existente; entre ellos se cuenta el Instituto Mexicano de Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. que a través de los años de investigación se han obtenido diferentes híbridos para las regiones ecológicas de México.

En el presente trabajo, se estudió el rendimiento de 13 híbridos triples y dobles del Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en el municipio de Buenavista, Saltillo, Coahuila.

La evaluación se realizó durante el ciclo primavera-verano del 2016 bajo diseño y distribución de Bloques Completos al Azar. De acuerdo a los resultados obtenidos y en base a el análisis de varianza para rendimiento y comparación de medias, se seleccionaron los 3 híbridos que superaron al testigo AN-447M también desarrollado por la misma institución; es recomendable seguir evaluando los tres híbridos en las regiones de Bajío y Bajío-Trópico Seco.

**Palabras claves:** mejoramiento, rendimiento, híbrido triple e híbrido doble.

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los principales cultivos a nivel mundial, por las diversas formas de consumirlos, así mismo como por su industrialización.

El cultivo del maíz (Zea maíz L.) es uno de los cultivos de alto valor para la dieta alimenticia, económica y social del pueblo mexicano, ocupando el primer lugar en superficie sembrada con 8 millones de hectáreas (blanco y amarillo), las cuales se producen bajo las más diversas condiciones agroclimáticas como: de humedad residual, temporal y riego. En la superficie cosechada en área de temporal en el año 2005, por lo que se refiere al rubro de modalidad hídrica, el 65 % se produjo bajo condiciones de temporal y el 35 % en superficie bajo riego.

A través de la historia, se puede observar que el maíz es una especie de gran interés en México, cuya evolución se dio en conjunto con el desarrollo de las civilizaciones en nuestro país. Se sabe que, en las diferentes etnias, el maíz tuvo un papel importante en sus creencias religiosas, festividades y nutrición; estos pueblos afirmaban que el ser humano estaba formado por maíz (Salvador, 2001).

Se sabe que su domesticación antecede al periodo histórico Mesoamericano, gracias a los restos de semillas hallados en Tehuacán, Puebla, y un análisis filogenético (Matsuoka *et al.*, 2002), indica que el maíz surgió de una sola domesticación en México hace aproximadamente 9 mil años.

La producción de maíz en México ha experimentado un crecimiento en los últimos años, por su importancia en la dieta balanceada y por sus distintos usos.

Este cereal se produce en el 2.8 por ciento de la superficie a nivel mundial y en México abarca el 85 por ciento del volumen total producido; su producción se lleva a cabo en todos los Estados de la República donde su cultivo ocupa la mayor parte de la superficie de las áreas de las zonas destinadas a la agricultura.

No obstante, de los más de 30 millones de toneladas que se consumen anualmente, sólo el 71.9 por ciento es producido nacionalmente, es decir, que en el país hay un déficit de un poco más del 28 por ciento del consumo.

Del total de maíz producido en México, el 57 por ciento es destinado para el consumo humano, el 29 por ciento es para el consumo animal y el 20 por ciento para la industria. Los principales productores son: Sinaloa con 26 por ciento, Jalisco con 12.6 por ciento, Estado de México 6.5 por ciento, Chiapas con 6.0 por ciento, Michoacán con 5.9 por ciento y Veracruz con 5.7 por ciento. El consumo aparente *per cápita* también aumentó, al pasar de 248 a 254 kilogramos comparando los promedios de los periodos antes mencionados.

Un propósito importante del mejoramiento genético de maíz por hibridación, es generar híbridos que superen en rendimiento de grano a las variedades locales criollas y mejoradas. En la producción comercial de maíz se explotan variedades criollas, variedades mejoradas e híbridos de: cruce simple, cruce triple y cruce doble (Hallauer y Miranda, 1981; Fehr, 1991).

## **Objetivo General**

Considerando lo anterior se estableció la evaluación de trece híbridos (híbridos triples modificados e híbridos dobles) y por su mejor comportamiento, seleccionar los mejores híbridos en base a su rendimiento.

## **Objetivos Específicos**

- ❖ Determinar el rendimiento en mazorca de 13 híbridos triples y dobles.
- ❖ Determinar el rendimiento en grano de 13 híbridos triples y dobles.
- ❖ Seleccionar los mejores híbridos que superen en rendimiento al testigo.

## **Hipótesis**

- ❖ Al menos uno de los híbridos de cruza triple o doble será superior en rendimiento al testigo.
- ❖ El rendimiento de los híbridos de cruza triple será superior en rendimiento a los híbridos de cruza doble.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### **Taxonomía**

Según Terán (2008), la clasificación botánica del maíz es:

**Nombre común:** Maíz

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Liliopsida

**Orden:** Poales

**Familia:** Poaceae

**Género:** Zea

**Especie:** maíz

### **Descripción Botánica**

El maíz es una planta herbácea y anual, la cual no presenta ramificaciones, con apariencia similar a la de la caña (Ruíz *et al.*, 1979).

## **Tallo**

El tallo tiene una apariencia robusta y cilíndrica con una altura que puede llegar hasta los 5 m, su médula es esponjosa, compuesto por nudos y entrenudos. En los nudos pueden crecer tallos secundarios también denominados hijuelos, los cuales por lo regular no presentan gran crecimiento, sin embargo, pueden desarrollar raíces adventicias (Deras, 2014).

Los entrenudos suelen ser cortos y gruesos, a medida que se colocan en la parte superior se vuelven más largos y delgados (Ruíz *et al.*, 1979).

También Deras, (2014) señala que el tallo puede contener de 15 a 30 hojas. Las hojas son alargadas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades, los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes.

## **Flor**

El maíz es una planta monoica y diclina, es decir que existen ambos sexos en la misma planta, pero no en la misma inflorescencia.

La inflorescencia masculina es una panícula de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen (de 20 a 25 millones de granos). En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se forma el polen.

En cuanto a las flores femeninas se localizan en las axilas de algunas hojas y se encuentran agrupadas en una espiga denominada mazorca, la cual está protegida por unas largas brácteas. Una vez que maduran las flores femeninas pueden ser fecundadas por polen de la misma planta u otra, esta última forma de fecundación se le denomina polinización cruzada, y a este tipo de reproducción sexual se le denomina alogamia (Deras, 2014). El grano o semilla se dispone en hileras longitudinales, teniendo cada mazorca varios centenares.

El sistema aéreo desde el follaje, flores y frutos poseen una potente relación con la raíz, el follaje le aporta azúcares para sus procesos metabólicos, como también esqueletos carbonatados para la formación de aminoácidos y auxinas (ácido indolbutírico y ácido indolascético), las cuales son hormonas que contribuyen al crecimiento de las raíces. Por su parte el sistema de la raíz, le envía a las hojas, ramillas, flores y especialmente a los frutos, nutrientes, agua y hormonas de crecimiento como citoquininas y giberelinas (Irriterra, 2012).

### **Líneas Puras**

Una línea pura, es aquella que se origina por autopolinización de la cual el objetivo principal es fijar genes favorables, aunque pierda vigor, el cual es recompensado en la primera cruce simple (Poehlman, 1979).

Jugenheimer (1981) menciona que la obtención o el desarrollo de líneas es el primer requisito de un programa de maíz híbrido. Explica que las líneas puras de maíz se pueden desarrollar de variedades de polinización libre: híbridos, sintéticos y compuestos. La mayoría de las líneas puras, que forman los híbridos de maíz actual, se desarrollan por autofecundación o por polinización entre hermanos.

Brauer (1983) explica que cuando las plantas se reproducen por autofecundación se forman líneas puras que reproducen finalmente sus caracteres a través de las semillas, por lo tanto, sus progenies son genéticamente iguales, es decir que dentro de una línea pura no hay variación.

Poehlman (2005) dice que una línea pura, es una progenie que desciende únicamente por autopolinización de una sola planta homocigótica. La selección de líneas puras es el procedimiento que consiste en aislar líneas puras a partir de una población mixta.

Robles (1990) define a línea pura como individuos que contienen los mismos genes homocigotos, para él o los caracteres favorables que se desean

establecer o mejorar. Las líneas puras se forman por medio de autofecundaciones sucesivas en especies alógamas, empleando polinización controlada; en cambio, en especies autógamias, teóricamente cada planta seleccionada puede constituir una línea pura si se multiplican sus semillas. Los individuos de una línea pura son genotípicamente idénticos; por lo tanto, la selección dentro de ellas sería infructuosa; sin embargo, si una población es una mezcla mecánica de líneas puras, en ella la selección sí será eficiente.

## **Híbridos**

### **Híbrido Simple**

Jugenheimer (1981), menciona que un híbrido simple (AXB) se hace combinando dos líneas puras. Las cruces simples tienden a ser de rendimiento ligeramente mayor y más uniformes en los caracteres de la planta y la mazorca que otros tipos de híbridos.

Chaves (1993, 1995), describe a un híbrido simple como el resultado del cruzamiento entre dos genotipos diferentes, generalmente dos líneas endocreadas. Especifica que para designar a los progenitores el fitomejorador usa letras o números de los cuales el primero se refiere a la hembra fecundada por B que es el macho.

López y Chaves (1993), mencionan que un híbrido simple. Es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas endocreadas, la semilla híbrida F1 es la que se vende a los agricultores para la siembra por lo común los híbridos simples son más uniformes y tienden a presentar un mayor potencial de rendimiento en condiciones favorables.

Shull (1909) citado por Allard (1967), fue el primero que sugirió el método de mejoramiento de maíz con líneas puras, obtenidas por autofecundación prolongada y la utilización de híbridos F1 para la producción de la cosecha comercial. Propuso utilizar híbridos simples para la siembra comercial, fabricados entre pares de líneas puras seleccionadas por su mejor aptitud combinatoria.

### **Híbrido Triple**

Allard (1967), el híbrido F1 es cruzado con una línea pura para producir un híbrido tres vías  $(A \times B) \times C$ . El híbrido simple se utiliza como progenitor femenino, y, para que la línea pura utilizada como progenitor masculino dé buenos resultados, debe ser una excelente productora de polen.

Chávez (1995), estos híbridos se forman con tres líneas autofecundadas, es decir, son el resultado de un cruzamiento entre una cruce simple y una línea autofecundada. La cruce simple como hembra y la línea como macho. Con frecuencia, se puede obtener mayores rendimientos con una cruce triple que con una cruce doble, aunque las plantas de una cruce triple no son tan uniformes como las de la cruce simple. Esto se debe a que en la mayoría de los casos no es posible que combinen bien todos los pares de genes de las tres líneas para caracteres favorables.

Jugenheimer (1981) menciona que la semilla de la cruce de tres vías  $(A \times B) \times C$ , es menos costosa de producir que la cruce simple, aunque más cara que la de las cruces dobles. Las cruces de tres elementos tienden a ser más uniformes y a tener un rendimiento ligeramente superior que el de las cruces dobles.

## Híbrido Doble

Chávez (1995), menciona que el híbrido doble se forma a partir de cuatro líneas autofecundadas, es decir, es la progenie híbrida obtenida de una cruce entre dos cruces simples. Las cruces no son tan uniformes como las cruces simples, debido a que las cuatro líneas no siempre combinan bien en todos sus pares de genes; por tal motivo, hay mayor variabilidad de plantas en este tipo de cruces. Asimismo, es importante señalar que una cruce simple produce mayor rendimiento que una triple y ésta, a su vez más que la doble, en la mayoría de los casos. Menciona también que para formar las cruces dobles son necesarios los siguientes pasos:

1. Formación de líneas autofecundadas homocigóticas uniformes.
2. Cruzamientos entre estas líneas en combinaciones que produzcan híbridos simples uniformes y productivos.
3. Cruzamientos entre las cruces simples en combinaciones que produzcan híbridos productivos de cruce doble.

Allard (1967), menciona que un híbrido doble es la F1 de dos híbridos simples. Así, si A, B, C, y D representan líneas puras, uno de los híbridos simples posibles puede estar representado por (AxB) y uno de los posibles híbridos dobles por (AxB) (CxD). En un híbrido doble la semilla utilizada para la siembra comercial se produce sobre uno de los híbridos sencillos que produce dos o tres veces más que cualquier línea pura.

La cruce doble se obtiene por la cruce de dos híbridos simples; esto híbridos en un principio se los produjo por su alta adaptabilidad a los diferentes climas, pero en la actualidad ya no se forman (Cubero 2002).

## **Crecimiento de la Producción de Maíz**

La producción de maíz en México se ha incrementado, principalmente, por los aumentos en la productividad. En los años cincuenta, el rendimiento medio ascendió desde 800 kg hasta 2.2 t/ha, con una tasa de crecimiento anual de 2.4%, (Sánchez *et al.* 1998). El uso de semilla mejorada, se ha incrementado fuertemente, sobre todo con la participación de Sinaloa y otras áreas de riego en el país, constituyéndose estas zonas en las principales áreas productoras de maíz en México, con rendimientos elevados de siete y hasta 12 t/ha, que contrastan con rendimientos de 300 a 500 kg/ha en zonas marginales.

## **Perspectivas de Desarrollo de Semilla de Maíz en México.**

La viabilidad de la agricultura es fundamental para garantizar alimentos a la población. La seguridad regional y nacional alimentaria depende de varios factores, entre los que destacan el mantenimiento y fortalecimiento de un sistema de investigación y desarrollo de una manera incluyente, que sea capaz de proporcionar continuas mejoras en todos los aspectos de los sistemas productivos utilizados por los agricultores, que haga frente a la diversidad agroecológica, económica y social de un país, y que sea dinámica para responder a los cambios climáticos (Tansey y Rajotte, 2009).

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: secano (temporal), punta de 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. El minifundio y la pequeña propiedad también predominan en este cultivo (González *et al.*, 2008). De acuerdo con Espinosa *et al.* (2008), en años recientes este déficit se incrementó debido a la inadecuada estrategia gubernamental que prefería importar grano en lugar de producirlo, bajo el argumento de que el precio internacional en términos relativos era menor al costo nacional.

De acuerdo con Copeland y McDonald (2001), las semillas de variedades mejoradas son el medio para incrementar el rendimiento y calidad de las cosechas, al servir como puente entre el mejoramiento genético (la investigación) y el productor. En países en desarrollo el uso de semillas mejoradas permitiría alcanzar niveles competitivos en la producción. Sin embargo, en México su uso en maíz es escaso, pues se estima que es del 30 % (Espinosa *et al.*, 2003).

La adopción de semilla mejorada es un proceso de cambio, por lo que conviene que los asesores técnicos e investigadores agrícolas se familiaricen con los factores agroecológicos y sociales que intervienen en el proceso, para poder apoyar y orientar con eficiencia a los productores. Además, es conveniente que los agricultores reciban capacitación específica sobre las formas organizacionales más efectivas de tomar decisiones individuales y de grupo, ya que todo proceso de transferencia de tecnología involucra cargas afectivas y reflexivas precisamente en las etapas en que los individuos deben tomar decisiones (Guillén–Pérez *et al.*, 2002).

El impacto actual en el comercio de semilla de las variedades mejoradas de maíz liberadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y por otras instituciones públicas, es limitado, a pesar de que existen materiales genéticos destacados. Una causa es la insuficiencia, en

número y tamaño, de empresas productoras de semilla que multipliquen este insumo; además, su abastecimiento de semilla registrada no es adecuado ni oportuno, por lo que es frecuente que los planes de las empresas de semillas, usuarias del INIFAP, reduzcan sus programas de producción. Por ello se requiere propiciar y apoyar el desarrollo de empresas mexicanas productoras de semilla de maíz y de otras especies, para garantizar el abastecimiento de semilla certificada (González *et al.*, 2008).

### **Producción y Tecnología de Semillas Mejoradas de Maíz**

En México desde 1940, destacaron dos grandes corrientes, una de ellas promovía el empleo de híbridos (de cruza doble en su mayoría) y otra el uso de variedades de polinización libre (VPL), con ambos tipos de variedades se trató de cubrir una mayor superficie de recomendación para facilitar la promoción y uso de semilla mejorada, con las ventajas en producción de semilla de los híbridos de cruza doble. Estos híbridos en su mayoría se formaron con líneas de baja endogamia. Sin embargo la baja endogamia propicia dificultad para ofrecer semilla de calidad genética adecuada, lo que se debía a la misma inestabilidad de las líneas aún heterogéneas. Esta estrategia duró más de 40 años, cuando el uso de cruza trilineales se empezó a generalizar en el INIFAP.

En los últimos años el Instituto se ha regionalizado por su potencial productivo, las provincias agronómicas de las tierras que se siembran con maíz en México, lo que permite organizar y determinar el tipo de variedades que conviene sembrarse en cada agrosistema. En las mejores condiciones como son las áreas de riego conviene sembrar híbridos de cruza simple ya que estos explotan al máximo las ventajas favorables; en las áreas de "Muy Buena Productividad" donde inciden precipitaciones favorables, contándose con suelos de buena fertilidad, conviene emplear híbridos trilineales y dobles; en las superficies con menor potencial productivo, donde la precipitación pluvial es menor y los suelos son menos profundos y con menor fertilidad, sería mejor el

uso de cruza dobles; en las áreas de "Mediana y baja Productividad" por las condiciones ambientales, el tipo de variedades que conviene son: variedades sintéticas, híbridos varietales y VPL.

### **Demanda de Semilla Mejorada de Maíz**

El uso (la demanda) de semilla mejorada de maíz está determinado por factores agronómicos y económicos que el agricultor toma en cuenta para decidir si compra o no la semilla. Entre los más importantes de estos factores se encuentran:

- a) la ventaja de rendimiento que la semilla mejorada o comercial ofrece sobre la semilla que el agricultor está usando.
- b) el precio de la semilla.
- c) la tasa de semilla (kg de semilla por ha).
- d) el costo de oportunidad de la inversión en semilla y el riesgo de esta inversión.

López-Pereira y Espinosa Calderón (1993), detalles sobre la forma en que estos y otros factores afectan la decisión de comprar semilla mejorada o no debido principalmente a la naturaleza de pequeña escala y de subsistencia de la producción de maíz en campo, la mayor parte de los agricultores usan semilla que ellos mismos producen, ya que esto elimina la necesidad de egresos monetarios. Sin embargo, puede decirse que en general la disponibilidad oportuna de semilla de alta calidad, que presenta ventajas sustanciales de rendimientos, y que se vende a precios razonables aumenta sustancialmente las posibilidades de que los agricultores compren semilla mejorada, aún los agricultores de pequeña escala. También, el análisis económico debe resultar en una tasa de retorno por la inversión en semilla mejorada de por lo menos el 100%, es decir, por cada dólar (o peso, etc.) adicional invertido en semilla

mejorada, el agricultor debe recibir dos dólares (o pesos) en retorno para que sea atractiva. Algunas compañías de semilla estiman que el agricultor recibe el 75% del valor agregado que la semilla mejorada proporciona, y que las compañías reciben el restante 25% (López-Pereira, 1994).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### Localización del Sitio Experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el año 2015 en el ciclo agrícola primavera-verano, bajo condiciones de riego en las parcelas del Instituto Mexicano de maíz localizado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el municipio de Buenavista Saltillo, Coahuila; el cual se ubica dentro de las coordenadas geográficas siguientes: 25° 15" de latitud norte y 100° 28" longitud oeste y a una altitud de 1742 msnm.



**Figura 1.-** Ubicación de la parcela donde se realizó la investigación.

## **Características del Sitio Experimental**

### **Clima**

Muy seco, semicálido, con invierno fresco, extremoso, con lluvias en verano, y una precipitación invernal superior al 10% del total anual. La precipitación total anual media 350-400 mm; régimen de lluvias: la temporada lluviosa es de junio a octubre. El mes con lluvias más abundante es julio y marzo es el mes más seco y una precipitación invernal superior al 10% del total anual.

### **Temperatura**

Temperatura media anual de 19.8 °C. Las heladas comienzan en noviembre, no son muy severas en noviembre y diciembre, son más intensas en enero (hasta -10°C). Terminan en marzo, mes que ni son muy intensas, ni se presentan frecuentemente, en algunas ocasiones, pueden presentarse ligeras heladas en abril.

### **Suelo**

El suelo es de textura migajón y migajón arcillosa, con bajos contenidos de materia orgánica y poseen una capa subyacente de carbonato de calcio.

## **Material Genético**

En la elaboración del presente trabajo se utilizaron 13 híbridos de cruce triple y doble, las cuales fueron derivadas de la cruce de la línea pura denominada AN1 y dos líneas obtenidas por autofecundación a partir de la retrocruza (AN1 x AN1) x AN1) y la cruce entre los materiales denominado 18-19X M, MLS4-1 y 223, material que fue comparado con el AN-447M.

Blanco dentado se obtuvo después de 17 ciclos de selección el objetivo principal fue reducir la altura a la planta en la población tuxpeño crema 1 (CIMMYT, 1992). La población Tuxpeño es originaria del golfo de México, las características sobresalientes de la población es que presentan alto vigor y un rendimiento excelente, siendo una de las variedades de maíz que se caracteriza por ser altamente productiva.

Las líneas AN1 y AN2 son dos líneas altamente endocriadas ( $S_6$ ) las cuales son provenientes de la raza Tuxpeño del norte de México. AN1 es de grano cristalino y AN2 es de grano dentado. La cruce entre los dos, presenta una excelente adaptación y un potencial en rendimiento, principalmente en regiones del trópico seco, a una altura sobre el nivel del mar (0-1000 msnm), y en algunas regiones del bajío mexicano la cual es muy sobresalientes en cruces realizadas con líneas propias de la región.

**Cuadro 1.-** Genealogía y Rendimiento (t/ha) de los 13 Híbridos Utilizados en el Trabajo de Investigación.

<b>Genealogía</b>	<b>Origen UA-2015</b>	<b>Rendimiento t/ha</b>
(AN1RC1*AN1Rc2) X (223*AN2)	3*11	12.698**
(AN1RC1*AN1Rc3) X (223*AN2)	4*11	10.476**
(223*AN2) X (AN1Rc1*AN1Rc3)	11*4	8.571
(AN1Rc1*AN1Rc4) X (223*AN2)	5*11	9.651
(AN1Rc1*AN1RS) X (223*AN2)	6*11	9.016
(AN1Rc1*AN2) X (18-19M*MLS)	1*12	13.333**
(AN1Rc1*AN1RC3) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	4*12	5.041
(AN1Rc1*AN1RC4) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	5*12	7.302
(AN1Rc1*AN1RCS) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	6*12	8.905
(AN1Rc2*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	7*12	10.937**
(AN1Rc3*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	8*12	7.373
(AN1Rc4*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	9*12	10.445**
(AN1RcS*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	10*12	11.060**

\*\*Mayor rendimiento

Los híbridos se formaron de forma manual en el Instituto Mexicano de Maíz, ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

## **Tratamientos**

Los tratamientos se establecieron de acuerdo a cada híbrido utilizado en la investigación. Se utilizaron 13 tratamientos y el testigo, los cuales se establecieron en surcos de 180 cm para ver el rendimiento en mazorca y en grano de cada material utilizado.

## **Distribución de los Tratamientos**

La distribución de los tratamientos se realizó aleatoriamente en el área experimental en surcos de 180 cm de largo por 75 cm entre surcos a una distancia entre planta a planta de 13.8 cm, teniendo una densidad de población de 13 plantas por surco.

## **Labores Culturales**

### **Preparación del Terreno**

El terreno se preparó manualmente con una semana de anticipación para una mayor aireación del suelo, retención de humedad y condiciones favorables para la semilla, para luego hacer los surcos y darle una fertilización de fondo para poder establecer el cultivo, los surcos se hicieron de 180 cm de largo, 75 cm entre surcos y una distancia entre plantas de 13.8 cm.

## **Siembra**

La siembra fue manual, el primer ambiente se sembró el día 12 de mayo y el segundo el día 30 de junio del 2015, se colocaron de una a dos semillas por cada 13.8 cm teniendo una densidad de población de 13 plantas en 180 cm.

## **Riego**

El riego se realizó con el apoyo de una pila en la cual se almacena el agua que se extrae del pozo ubicado cerca de donde se llevó a cabo el experimento, para la distribución del riego en el cultivo se utilizó un sistema por goteo, la cual nos ayudó a cubrir las necesidades hídricas del cultivo.

## **Deshierbe**

Se realizaron dos deshierbes para evitar la competencia de nutrientes y para que no interfiriera con el desarrollo del cultivo esto se realizó con un azadón. El primer deshierbe se realizó el día 25 de julio de 2015 y el segundo fue el 2 de agosto de 2015.

## **Cosecha**

La cosecha se realizó el día 9 septiembre y el 20 de octubre de 2015. Se utilizó el siguiente índice de cosecha: madurez fisiológica de la planta, contenido de humedad del grano.

La cosecha se realizó 3 meses y 20 días después de la siembra, para realizar la actividad de cosecha se utilizaron arpillas para ir recolectando las mazorcas para facilitar su transporte en el área de almacenamiento para luego pesar la mazorca completa, desgranarla y pesar únicamente los granos para sacar el rendimiento en mazorca y grano.

## **Variables Evaluadas**

### **Mediciones a la Planta**

Peso en mazorca; una vez cosechado se prosiguió a pesar las mazorcas para sacar el peso de cada una, esto se llevó acabo con la ayuda de una báscula, de los datos obtenidos se obtuvo el rendimiento en mazorca de cada híbrido evaluado.

Peso en grano; para evaluar el rendimiento en grano se realizó el desgrane de las mazorcas y pesar solamente el grano; con los pesos obtenidos se realizó la conversión de los datos para obtener el rendimiento aproximado de cada híbrido evaluado.

**Cuadro 2.-** Descripción de Variables.

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
<b>Peso en mazorca</b>	Para determinar el peso en mazorca se pesó cada una por separado, los pesos obtenidos se utilizaron para determinar el rendimiento aproximado en mazorca por hectárea de cada híbrido evaluado.
<b>Peso en grano</b>	Para determinar el peso en grano se desgrano cada mazorca por separado, los pesos obtenidos se utilizaron para determinar el rendimiento aproximado que se espera obtener por hectárea de cada híbrido evaluado.

### **Diseño Experimental**

El experimento se estableció con un diseño en bloques completos al azar, para las variables rendimiento de mazorca y rendimiento en grano a las que se les efectuó un análisis de varianza y comparación de medias por el método Fisher LSD( $p=0.05$ ), el cual se realizó manualmente.

## Modelo Estadístico

El modelo estadístico utilizado en este experimento se ajusta a la fórmula siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

**Y<sub>ij</sub>**: donde la j-esima repetición del tratamiento i-esimo-es el total

**μ**: media general

**α<sub>i</sub>**: efecto el i-esimo tratamiento

**β<sub>j</sub>**: efecto de la J-esima bloque

**ε<sub>ij</sub>**: efecto experimental de la j-esima bloque del i-esimo tratamiento.

## Coeficiente de Variación

Para ver la confiabilidad del trabajo, se procedió a calcular el coeficiente de variación para cada una de las características evaluadas con la siguiente formula.

$$C.V = \frac{\sqrt{CMEEEXP}}{\bar{x}} \times 100$$

**Donde:**

C.V.= Coeficiente de variación.

CMEE= Cuadrado medio del error.

$\bar{x}$  = Media general

100= Valor constante.

## **D.M. S**

Se realizaron comparaciones entre medias para cada una de las características estudiadas, mediante la prueba de rango múltiple (D.M.S.), en los análisis de varianza individuales mediante la siguiente fórmula:

$$D.M.S = gl\ EEXP\ t_{\alpha .05} \frac{\sqrt{2CMEEEXP}}{r} \times 100$$

Donde:

$t_{\alpha .05} (gl\ EXP)$  = Valor de t a un valor de probabilidad  $\alpha$  y los grados de libertad del error experimental.

r= Número de repeticiones.

CMEEEXP = Cuadrado medio del error experimental

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de Varianza

**Cuadro 3.-** Análisis de Varianza para el Rendimiento en Mazorca de los Híbridos Bajo Estudio. Ambiente 1

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	
<b>Bloq.</b>	12	3290.169	274.181	13.479	1.52**	2.30*
<b>Trat.</b>	13	880.999	67.731	3.330	1.76**	2.20*
<b>Eexp</b>	156	3173.378	20.342			
<b>Total</b>	181	7344.046				

**C.V.= 24 %** \*, \*\* Nivel de Significancia (0.05 y 0.01)

En el análisis de varianza para rendimiento en mazorca (cuadro 3) indica para la fuente de variación de repeticiones, lo manifiesta valores de alta significancia, esto demuestra que hubo diferente comportamiento entre ellas, esto puede deberse a la heterogeneidad del terreno. Para la fuente de tratamiento manifestó  $p \geq 99$  por ciento esto refleja que el comportamiento de los híbridos bajo estudio fue diferente. Esto es un indicador de la variabilidad de los híbridos bajo estudio, así como su contenido genético.

**Cuadro 4.-** Concentración de Medias de Rendimiento en Mazorca de los Híbridos Estudiados. Ambiente 1

Genealogía	$\bar{x}$ *
(223*AN2) X (AN1RC1*AN1Rc3)	22.182 a
(AN1Rc1*AN1Rc3) X (223*AN2)	21.976 a
(AN1Rc1*AN2) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	21.625 a
AN-447M	21.611 a
(AN1Rc1*AN1Rc2) X (223*AN2)	20.222 a
(AN1Rc1*AN1RcS) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	19.516 a
(AN1Rc1*AN1RS) X (223*AN2)	19.249 a
(AN1Rc4*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	18.970 a
(AN1Rc1*AN1Rc3) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	18.684 b
(AN1Rc3*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	17.696 b
(AN1Rc1*AN1Rc4) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	17.635 b
(AN1Rc2*AN2M) X (255-8-19M*MLS4-1-1-1)	16.786 b
(AN1RcS*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	17.266 b
(AN1Rc1*AN1Rc4) X (223*AN2)	14.324 b

\* Rendimiento en t/ha

Considerando la D.M.S (4.337 t/ha) según el cuadro 4 se ubicaron en el primer grupo estadístico 7 híbridos bajo estudio más el testigo y en el grupo B se encuentra 6 híbridos estudiados. Se puede apreciar que 3 híbridos superan al testigo estadísticamente.

**Cuadro 5.-** Análisis de Varianza para Rendimiento en Mazorca de los Híbridos Bajo Estudio. Ambiente 2

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>
Bloq.	12	2941.557	245.130	10.012	1.52** 2.30**
Tra.	13	1586.614	122.047	4.985	1.76** 2.20**
E <sub>exp.</sub>	156	3819.506	24.484		
<b>Total</b>	181	8347.677			

**C.V.=27%**    \*, \*\* Nivel de Significancia (0.05 y 0.01)

El análisis de varianza para rendimiento en mazorca del cuadro 5 indica para la fuente de variación de repetición la cual manifiesta valores de alta significancia, esto refleja que hubo diferencia altamente significativa entre repeticiones, lo cual se puede deber a la uniformidad del terreno. Para la fuente de tratamientos se manifestó alta significancia entre los diferentes tratamientos esto demuestra que el comportamiento de los híbridos bajo estudio fue diferente. Lo que indica la variabilidad que hay entre los híbridos estudiados, y así seleccionar el genotipo de mejor rendimiento.

**Cuadro 6.-** Concentración de Medias de Rendimiento en Mazorca de los Híbridos Estudiados. Ambiente 2

<b>Genealogía</b>	$\bar{x}$ *
(223*AN2) X (AN1Rc1*AN1Rc3)	25.256 a
(AN1Rc1*AN2) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	23.333 a
(AN1Rc2*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	20.671 a
(AN1Rc1*AN1Rc3) X (223*AN2)	19.598 b
(AN1Rc1*AN1Rc4) X (223*AN2)	18.888 b
AN-447M	18.370 b
(AN1Rc1*AN1RcS) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	18.246 b
(AN1Rc3*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	18.070 b
(AN1RcS*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	17.650 b
(AN1Rc1*AN1Rc3) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	17.635 b
(AN1Rc4*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	17.132 b
(AN1Rc1*AN1Rc4) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	15.148 b
(AN1Rc1*AN1Rc2) X (223*AN2)	15.015 b
(AN1Rc1*AN1RS) X (223*AN2)	14.029 c

\* Rendimiento en t/ha

Considerando la D.M.S (5.520 t/ha) del cuadro 6 se indica en el primer grupo a estadístico 3 híbridos, en el segundo quedando el grupo b con 9 híbridos bajo estudio más el testigo y en el tercer grupo c se ubica un solo híbrido. Se puede apreciar que 5 híbridos superan al testigo estadísticamente.

**Cuadro 7.-** Análisis de Varianza para Rendimiento en Grano de los Híbridos Bajo Estudio. Ambiente 1

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	
Bloq.	12	2254.636	187.886	14.117	1.52**	2.30*
Tra.	13	622.019	47.848	3.595	1.76**	2.20*
Eexp.	156	2076.263	13.309			
<b>Total</b>	<b>181</b>	<b>4952.918</b>				

**C.V.= 23%**    \*, \*\* Nivel de Significancia (0.05 y 0.01)

El análisis de varianza para rendimiento en grano del cuadro 7 indica para la fuente de variación de repetición refleja valores de alta significancia esto demuestra que hay diferente comportamiento entre repeticiones. Para la fuente de tratamiento se manifestó alta significancia lo cual demuestra que el comportamiento de cada híbrido estudiado fue diferente. Esto es un indicador de la variabilidad que hay entre los híbridos estudiados.

**Cuadro 8.-** Concentración de Medias de Rendimiento en Grano de los Híbridos Estudiados. Ambiente 1

<b>Genealogía</b>	<b><math>\bar{x}</math> *</b>
AN-447M	18.561 a
(AN1Rc1*AN2) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	18.445 a
(AN1Rc1*AN1Rc3) X (223*AN2)	18.334 a
(223*AN2) X(AN1Rc1*AN1Rc3)	18.331 a
(AN1Rc1*AN1Rc2) X (223*AN2)	16.972 a
(AN1Rc1*AN1RcS) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	16.122 a
(AN1Rc4*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	15.827 a
(AN1Rc1*AN1RS) X (223*AN2)	15.821 a
(AN1Rc1*AN1Rc3) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	15.363 b
(AN1Rc3*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	15.259 b
(AN1Rc1*AN1Rc4) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	14.499 b
(AN1RcS*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	14.351 b
(AN1Rc2*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	13.945 b
(AN1Rc1*AN1Rc4) X (223*AN2)	12.359 c

\*Rendimiento en t/ha

Considerando la D.M.S (2.838 t/ha) del cuadro 8 se ubicaron en el primer grupo a estadístico 7 híbridos más el testigo, en el segundo grupo b 5 híbridos y el tercer grupo c se ubica un solo híbrido. Se puede apreciar que el testigo supera a los híbridos estadísticamente. Sin embargo, los tres híbridos experimentales son al menos inferiores en doscientos kilos.

**Cuadro 9.-** Análisis de Varianza para Rendimiento en Grano de los Híbridos Bajo Estudio. Ambiente 2

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	
<b>Bloq.</b>	12	1875.338	156.278	10.239	1.52**	2.30**
<b>Trat.</b>	13	1050.251	80.789	5.293	1.76**	2.20**
<b>Eexp.</b>	156	3281.45	15.263			
<b>Total.</b>	181	5306.634				

**C.V.= 24%** \*, \*\* Nivel de Significancia (0.05 y 0.01)

El análisis de varianza para rendimiento en grano del cuadro 9, muestra que para la fuente de variación de repeticiones se tiene valores de alta significancia, la cual refleja que hay diferente comportamiento entre repeticiones. Para la fuente de variación de tratamientos se indican valores con alta significancia esto permite que el comportamiento de cada uno de los híbridos estudiados se exprese diferente.

**Cuadro 10.-** Concentración de Medias de Rendimiento de los Híbridos Estudiados. Ambiente 2

Genealogía	$\bar{x}$ *
(223*AN2) X (AN1RC1*AN1Rc3)	21.495 a
(AN1Rc1*AN2) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	19.957 a
(AN1Rc2*AN2M) X (255-18-19M*MLS41-1-1)	17.332 b
(AN1Rc3*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	16.048 b
(AN1Rc1*AN1Rc4) X (223*AN2)	15.769 b
(AN1Rc1*AN1Rc3) X (223*AN2)	15.590 b
AN-447M	15.555 b
(AN1Rc1*AN1RcS) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	15.185 b
(AN1Rc1*AN1Rc2) X (223*AN2)	14.992 b
(AN1Rc4*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	14.609 c
(AN1RcS*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	14.549 c
(AN1Rc1*AN1Rc3) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	14.499 c
(AN1Rc1*AN1Rc4) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	12.889 c
(AN1Rc1*AN1RS) X (223*AN2)	12.003 c

\*Rendimiento en t/ha

Considerando la D.M.S (3.254 t/ha) del cuadro 10 se ubican en el primer grupo a estadístico 2 híbrido, en el segundo grupo b se ubican 6 híbridos más el testigo y en el grupo c se encuentran 5 híbridos bajo estudio. Se aprecia que 6 híbridos superan en rendimiento al testigo.

**Cuadro 11.-** Análisis de Varianza Combinado para Rendimiento en Mazorca.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	
<b>Loc</b>	1	35.132	35.132	1.567	4.26 <sup>NS</sup>	4.82 <sup>NS</sup>
<b>Bloq/Loc</b>	24	6231.726	259.655	11.585	1.67 <sup>**</sup>	2.04 <sup>*</sup>
<b>Trat.</b>	13	1648.374	126.798	5.657	1.72 <sup>**</sup>	2.12 <sup>*</sup>
<b>Tratxloc</b>	13	818.739	62.980	2.810	1.72 <sup>**</sup>	2.12 <sup>*</sup>
<b>Eexp.</b>	312	6992.883	22.413			
<b>Total</b>	363	15726.854				

**C.V.= 25%** \*, \*\* Nivel de Significancia (0.05 y 0.01)

El análisis de varianza combinado para rendimiento en grano del cuadro 11. Indica para la fuente de variación de localidades el análisis de varianza no presenta valores de significancia puede deberse a la fecha de siembra, homogeneidad del suelo, y la conducción de los experimentos. El comportamiento de repeticiones dentro de localidades fueron diferentes, esto puede deberse a la heterogeneidad de los suelos dentro de cada ambiente. En la fuente de variación de tratamientos refleja valores  $P \geq 99$  por ciento, esto es un indicador que se pueden obtener híbridos capaces de explotarse en los 2 diferentes ambientes. Para la interacción tratamiento por localidad se encontraron valores altamente significativos, esto puede permitir seleccionar el mejor híbrido que interaccionen bien con el ambiente.

**Cuadro 12.-** Medias de Rendimiento en Mazorca de Forma Combinada de las 2 Localidades.

		Lugar	Lugar
<b>Genealogía</b>	$\bar{x}$ *	<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>2</sub></b>
(223*AN2) X (AN1Rc1*AN1Rc3)	23.719 a	1	1
(AN1Rc1*AN2) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	22.479 a	3	2
(AN1Rc1*AN1Rc3) X (223*AN2)	20.787 b	2	4
AN-447M	19.990 b	4	6
(AN1Rc2*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	18.881 b	12	3
(AN1Rc1*AN1RcS) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	18.729 b	6	7
(AN1Rc1*AN1Rc3) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	18.160 c	9	10
(AN1Rc4*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	18.051 c	8	11
(AN1Rc3*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	17.883 c	10	8
(AN1Rc1*AN1Rc2) X (223*AN2)	17.618 c	5	13
(AN1RcS*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	17.458 c	13	9
(AN1Rc1*AN1RS) X (223*AN2)	16.639 c	7	14
(AN1Rc1*AN1Rc4) X (223*AN2)	16.606 c	14	5
(AN1Rc1*AN1Rc4) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	16.392 c	11	12

\* Rendimiento en t/ha.

Considerando la D.M.S (2.589 t/ha) de los 2 ambientes que se presenta en el cuadro 12. Permite visualizar que se cuenta con híbridos superiores, lo cual permite seleccionar los mejores materiales en base a su rendimiento, como también se puede apreciar que hay híbridos que se comportan igual en los 2 ambientes como el híbrido (223\*AN2) X (AN1Rc1\*AN1Rc3) que tiene el mismo comportamiento en ambas localidades .

También se tiene híbridos que interactúan negativamente en el primer ambiente se manifiesta bien y en el segundo ambiente no.

**Cuadro 13.-** Análisis de Varianza Combinado para Rendimiento.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>FT</b>	<b>FT</b>
<b>Loc</b>	1	6.401	6.408	0.439	4.26 <sup>NS</sup>	4.82 <sup>NS</sup>
<b>Bloq/Loc</b>	24	4129.665	172.069	11.779	1.67 <sup>**</sup>	2.04 <sup>*</sup>
<b>Trat.</b>	13	1179.915	90.720	6.210	1.72 <sup>**</sup>	2.12 <sup>*</sup>
<b>Tratxloc</b>	13	4557.627	37.917	2.596	1.72 <sup>**</sup>	2.12 <sup>*</sup>
<b>Eexp.</b>	312	4557.627	14.608			
<b>Total</b>	363	10365.959				

**C.V.= 24%** \*, \*\* Nivel de Significancia (0.05 y 0.01)

Para la fuente de variación de localidades el análisis de varianza del cuadro 13. No demostró valores de significancia esto se puede deber a la fecha de siembra, la conducción del experimento y heterogeneidad del suelo. El comportamiento de repeticiones dentro de las localidades fueron diferentes esto puede deberse a la heterogeneidad de los suelos dentro de cada ambiente. En la fuente de variación de tratamientos refleja valores altamente significativos esto indica que se tiene híbridos que se pueden desarrollar en los dos diferentes ambientes. Para la interacción tratamiento por localidad se tienen valores altamente significativos esto puede permitir seleccionar el mejor híbrido que interaccione bien con el ambiente.

**Cuadro 14.-** Medias de Rendimiento en Mazorca de Forma Combinada de las 2 Localidades.

Genealogía	$\bar{x}$ *	Lugar A <sub>1</sub>	Lugar A <sub>2</sub>
(223*AN2) X (AN1RC1*AN1RC3)	19.913 a	4	1
(AN1RC1*AN2) X (255-18-19M*MLS4-1-1-1)	19.201 a	2	2
AN-447M	17.058 b	1	7
(AN1RC1*AN1RC3) X (223*AN2)	16.962 b	3	6
(AN1RC1*AN1RC2) X (223*AN2)	15.982 c	5	9
(AN1RC1*AN1RCS) X (255-18-19M*MLS4-1)	15.654 c	6	8
(AN1RC3*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1)	15.653 c	10	4
(AN1RC2*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1)	15.639 c	13	3
(AN1RC4*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1)	15.218 c	7	10
(AN1RC1*AN1RC3) X (255-18-19M*MLS4-1)	14.931 c	9	12
(AN1RCS*AN2M) X (255-18-19M*MLS4-1)	14.450 d	12	11
(AN1Rc1*AN1Rc4) X (223*AN2)	14.060 d	14	5
(AN1RC1*AN1RS) X (223*AN2)	13.912 d	8	14
(AN1RC1*AN1RC4) X (255-18-19M*MLS4-1)	13.694 d	11	13

\*Rendimiento en t/ha.

Considerando la D.M.S (1.687 t/ha) de los 2 ambientes que se presenta en el cuadro 14, demuestra que se cuenta con híbridos superiores, permite seleccionar los mejores materiales con mayor rendimiento. También se aprecia que hay híbridos que tienen el mismo comportamiento en los 2 ambientes como el material (AN1RC1\*AN2) X (255-18-19M\*MLS) que se comporta igual en ambos ambientes, también hay genotipos que manifiestan los mismos valores con rendimientos inferiores con respecto a la media.

## V. CONCLUSIONES.

Para concluir la presente investigación, se puede reafirmar, de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de varianza y discusiones que fue posible identificar a los tres híbridos superiores al testigo AN- 447M y con ello se cumple con los objetivos propuestos en el trabajo de investigación se hace mención de los tres híbridos que sobresalieron en los dos ambientes:

(223\*AN2) X (AN1Rc1\*AN1Rc3)

(AN1RC1\*AN2) X (255-18-19M\*MLS4-1-1-1)

(AN1Rc1\*AN1Rc3) X (223\*AN2)

Se recomienda seguir evaluando los tres mejores híbridos en las regiones: bajío y bajío-tropical seco.

## VI. LITERATURA CITADA

- Allard, R W. 1967.** Principios de la mejora genética de las plantas. De. Omega. Barcelona, España.
- Brush B S. and H. R. Perales. 2007.** A maize landscape: Ethnicity and agrobiodiversity in Chiapas México. In: Agriculture Ecosystems & Environment. 121: 211-221.
- Calderón P. 1993.** El maíz y su cultivo. Editorial AGTEditor S.A. primera edición México, D.F. México. Pág. 248 - 256
- Chávez A J L. (1995).** Mejoramiento de plantas II. Métodos específicos de plantas alógamas. México. Editorial trillas: UAAAN,1995. 143 p.
- Copeland L O, M B McDonald (2001)** Principles of Seed Science and Technology. 4th ed. Kluwer Academic Publishers. Massachusetts, USA. 467 p.
- Cubero J, 2002** Introducción a la Mejora genética Vegetal, España, Mundi Prensa S.A, p. 275-295
- Chávez J L. y López E. (1995)** Mejoramiento de plantas 2, Métodos específicos de plantas alegamas. Editorial Trillas, S. A. de C. V. 50 p.
- Deras F H. 2014.** Guía técnica. El cultivo del maíz. Sorto, M., Menjívar, N. y Reyes V., L. El Salvador. CENTA. Consulta: 02 de diciembre de 2015. Disponible en: [http://www.observatorioedsicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/el\\_salvador\\_guiatecnica\\_maiz\\_2014.pdf](http://www.observatorioedsicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/el_salvador_guiatecnica_maiz_2014.pdf)

- Espinoza A., López M A, Gómez N., Betanzos E., Sierra M., Coutiño B., Avendaño R., Preciado E., Terrón A. D. 2008.** Indicadores económicos para la producción y uso de semilla mejorada de maíz de calidad proteínica (QPM) en México. Análisis y comentarios. Agronomía Mesoamericana. México. P 12.
- Espinoza-Calderón A M. Tadeo-Robledo y A. Turrent- Fernández (2003)** Concentración de la oferta de semillas mejoradas de maíz. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx /2010/03/13/oferta.html> (junio 2012)
- González M. 2001.** Interacción genotipo x ambiente en guisante proteaginoso (*Pisum sativum* L.). Tesis de Doctorado. Universidad de Valladolid. Departamento de Producción Vegetal. Palencia. 40p.
- González T., Monteverde, E., Marín, C. y Madriz, P. M. 2008.** Comparación de tres métodos para estimar estabilidad del rendimiento en nueve variedades de algodón. Interciencia Vol. 32 No.5.
- González A J Islas, A Espinosa, J A Vázquez, S Wood (2008)** Impacto Económico del Mejoramiento Genético del Maíz en México. Publicación Especial No. 25. INIFAP. México. 88 p.
- Guillén Pérez L A, C Sánchez–Quintanar, S Mercado–Domenech, H Navarro Garza (2002)** Análisis de atribución causal en el uso de semilla criolla y semilla mejorada de maíz. Agrociencia 36: 377–387.
- Hallauer A R y Miranda J B. 1981.** Quantitative genetics in maize breeding. 2° Ed. Iowa State University Press. Ames. USA. 468 p.
- Irriterra. 2012.** Las raíces de los cultivos y el rizotron. Consulta: 10 de mayodel2016. Disponible en: [http://www.irriterra.com..ar/irriterra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=50:las-raices-de-los-cultivos-y-el-rizotron&catid=1:latest-news&Itemid=18](http://www.irriterra.com..ar/irriterra/index.php?option=com_content&view=article&id=50:las-raices-de-los-cultivos-y-el-rizotron&catid=1:latest-news&Itemid=18)

- Jugenheimer W R. 1981.** Maíz Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. 1ª Edición. Ed. Limusa. México, D.F. pp: 87-91, 175-177, 217-218, 507, 510.
- J. Salvador Ricardo. 2001.** The Encyclopedia of Mexico: History, Culture and Society 1997. Modificado para su difusión como hipertexto <<Maíz>>. Traducido por Cuevas S., J. A., material didáctico sin fines de lucro. Universidad autónoma Chapingo. Disponible en <http://www.chapingo.mx/bagebage/08.pdf>
- López M A; GARCIA, J C 1994.** Las Industrias de Semilla de Maíz de Brasil y México: Desarrollo Histórico, Temas de Actualidad y Prospectos para el Futuro. Borrador. Programa de Economía. México D.F.: CIMMYT. p. 111.
- López-Pereira, M A; Espinosa, A. 1992.** Análisis económico de la producción y uso de semilla mejorada de maíz en México. In: XXXIV Reunión del PCCMCA. Guatemala, Guatemala. pp.1-20.
- Matsuoka y Vigouroux, Y.; Goodman M M.; sanches G., J.;Buckler, E. y Doebley J. 2002.** A singledo mestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. Proceeding of the national academy of sciences Wisconsin, madison. Vol 99 no. 9. DOI: 10.1073/pnas.052125199
- Poehlman, J M 1987.** Mejoramiento genético de las cosechas. D. Limusa. Séptima Reimpresión. México, D. F.
- Poehlman, J M 2005.** Mejoramiento genético de las cosechas. De. Limusa. novena Reimpresión. México, D. F.
- Robles R S 1990.** Genética Elemental y Fitomejoramiento Práctico. 1ª. Edición. Ed. Limusa. México. D.F. pp: 209-214, 258-259, 291.
- Ruiz O M, Nieto R.D y Larios R.I. 1979.** Tratado elemental de botánica. Décimo quinta edición. Mexico. Editorial E.C.L.A.L.S.A., 730 P.P.

- Shuster R. and R. Bye. 1983.** Patterns of variation in exotic races of maize (Zea mays, Gramineae) in a new geographic area. J. Ethnobiol. 3(2): 157-174.
- SIAP.2007.** situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012, consulta:06 de septiembre del 2015. Disponible en: <http://www.campomexicano.gob.mx/portal-siap/integracion/estadisticaderivada/comercioexterior/estudios/perpectivas/maiz96-12.pdf>
- Tansey G T Rajotte (2009)** El Control Futuro de los Alimentos. Ed. Mundi–Prensa. Madrid, España. 312 p
- Terán G. 2008.** Corrección del anteproyecto de tesis “Comportamiento de tres híbridos de maíz duro (Zea mayz L.) con cuatro niveles de fertilización en la parroquia La Concepción cantón Mira”.