

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Potencial de Rendimiento en la Producción de un  
Híbrido Triple de Maíz AN-388M

Por:

**EMANUEL DE JESÚS NOH CAUICH**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre, 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Potencial de Rendimiento en la Producción de un  
Híbrido Triple de Maíz AN-388M

Por:

**EMANUEL DE JESÚS NOH CAUICH**

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

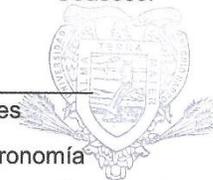


M.C. Felipa Morales Luna  
Coasesor



Dr. Gabriel Sallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre, 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

*Por concederme lo más maravilloso que es la vida, la de mis padres y mi familia. Por cuando elevo mi voz de angustia tú siempre me extiendes tu mano para guiarme por el camino correcto. Porque también has estado conmigo en los momentos más difíciles como este y me permites realizar mis sueños. Por esto y más, gracias.*

### **A MIS PADRES**

*Gracias por el apoyo brindado para lograr lo que ahora soy, una persona con estudios y conocimientos para llevar una vida digna y para enfrentar cada obstáculo en la vida.*

*Gracias por el esfuerzo incondicional, la pena, sufrimiento para conseguir los medios para sacarme adelante con mis estudios.*

*Muchas gracias papá y mamá por sacrificarse quitándose el pan, el vestir y los medios para sobrevivir, para dármelos a mí.*

*Gracias por los consejos, halagos, regaños que en un momento dado influyeron para seguir adelante con mis estudios.*

*Gracias por enseñarme en la vida que del fracaso al éxito, de las caídas a las superaciones, pero más de la humildad.*

*Gracias por mantenerse de pie en el momento más anhelado y más esperado de mí vida.*

## **A MIS HERMANITOS**

**ANGEL CLEMENTE NOH CAUICH**

**CANDY GUADALUPE NOH CAUICH**

*Gracias a mis hermanos quienes a pesar de la distancia siempre me brindaron el apoyo moral, cuando más lo necesité.*

*Gracias por cubrir mi lugar durante mis ausencias, las faltas en el trabajo del campo, de la casa y por cuidar de la familia.*

*Gracias por limitarse de algunas cosas para dármelos a mí con la finalidad de salir adelante con mi formación profesional, gracias por la confianza.*

## **A MI ALMA MATER**

*Por abrigarme en su seno desde el momento que ingresé, hasta el término de mi carrera, gracias por brindarme la oportunidad de superarme enseñándome lo más bello que existe en la madre naturaleza “el campo” y por darme la herramienta para trabajarla.*

*“la sabiduría de saber cultivar la tierra”*

*A mi amigo Luis Fernando Caamal Can por su valiosa amistad de todos los años y por ayudarme en todo los momentos difíciles que se me presentaron durante mi carrera.*

## **A MIS TIOS**

**SR. FRANCISCO ERNESTO NOH MAY**

**SRA. LILIA MARÍA CAUICH CHAN**

*Gracias a mis tíos quienes siempre me brindaron el apoyo incondicional, por el apoyo moral, por estar con mi familia en los momentos de soledad, tristeza, preocupación que existió durante mis ausencias y por procurar que la felicidad no faltara.*

*Gracias tíos por preocuparse por mi salud, a pesar de la distancia siempre estuvieron conmigo animándome para no sentirme solo y triste, para poder salir adelante en los momentos difíciles y superar cada obstáculo, muchas gracias tíos.*

*Con mucha admiración y respeto al ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera por permitirme realizar mi trabajo de investigación y compartir sus conocimientos, consejos, tiempo y también por ser un excelente profesor con iniciativas, razón por la cual mi admiración y motivación para realizar el trabajo de investigación.*

*Al ingeniero Raúl Gándara Huitrón por su amistad, por su gran apoyo e invaluable conocimiento transmitido en el transcurso de esta investigación y la valiosa asesoría que me brindó en la realización de este trabajo.*

*Al M. C. Felipa Morales Luna por su amistad, consejos, por su gran ayuda durante todo el tiempo de mi carrera, por aceptar ser parte del jurado y por la colaboración en el desarrollo del trabajo.*

*Al M. C. Roberto Espinoza Zapata por aceptar ser parte del jurado, por su gran colaboración y ayuda durante el desarrollo del trabajo.*

## **DEDICATORIAS**

### ***A mis padres***

**SR. CANDELARIO NOH CANCHE**

**SRA. GUADALUPE CAUICH CHAN**

*A ustedes que son mi tesoro, que nunca podré pagar lo que ha hecho por mí, me han heredado lo más maravilloso que se le puede dar a un hijo, mi carrera, por eso y más gracias.*

### **A TI PADRE**

*Por ser el hombre más sincero que he conocido, por tus sacrificios, por tus desvelos, por tus oraciones, porque me guiaste por el buen camino con tu ejemplo, gracias papá por darme la oportunidad de superarme, porque siempre creíste en mí y ahora he llegado a la meta que me propuse gracias a tí.*

### **A TI MADRE**

*Por ser lo más bello en esta vida, porque me diste la vida, tu más tierno cariño, por tus cuidados, tus desvelos, sacrificios, oraciones, por tus consejos que siempre los tengo presente. Nunca alcanzaré a pagar todo lo que has hecho por mí que Dios te bendiga mamacita.*

## **A MI NOVIA**

### **ROSY ARACELY CHAN CAUICH**

*A tí amor te agradezco por tu gran confianza, comprensión, apoyo y amor que siempre me brindaste durante toda la formación de mi carrera y estoy seguro que lo seguirás haciendo en mi desempeño como profesionalista. Gracias amor porque en todo momento fuiste un apoyo incondicional en mi vida, eres la felicidad encajada en una sola persona, eres mi todo reflejado en otra persona a la cual yo amo demasiado y por la cual estoy dispuesto a enfrentar todo y en todo momento.*

### **A mi Abuela Graciela Kets Puc**

*A ti abuelita Graciela Kets Puc te agradezco mucho por tu gran amor que me das en todo momento, eres como mi segunda mamá que siempre estarás presente en mí en toda mi vida, gracias por no dejarme solo en los momentos difíciles que pase lejos de ustedes, tus grandes consejos que me dabas los tengo presente y siempre lo tendré en mi vida, gracias mamá chelita.*

# INDICE DE CONTENIDO

<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
<b>2.1. Nomenclatura del maíz</b> .....	3
<b>2.2. Mejoramiento genético</b> .....	3
<b>2.3. Adaptación</b> .....	4
<b>2.4. Selección</b> .....	5
<b>2.5. Hibridación</b> .....	6
<b>2.6. Híbrido</b> .....	8
<b>2.7. Híbrido simple</b> .....	9
<b>2.8. Híbrido triple</b> .....	10
<b>2.9. Densidad de siembra</b> .....	10
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	11
<b>3.1. Área de Trabajo y Aspectos Climatológicos</b> .....	11
<b>3.2. Materiales Empleados</b> .....	11
<b>3.3. Diseño Experimental</b> .....	12
<b>3.4. Establecimiento del Experimento</b> .....	13
<b>3.5. Preparación del terreno</b> .....	14
<b>3.6. Siembra</b> .....	15
<b>3.7. Fertilización</b> .....	16
<b>3.8. Control de plagas</b> .....	16
<b>3.9. Desespigue hembra</b> .....	17
<b>3.10. Cosecha</b> .....	17
<b>3.11. Parámetros Evaluados</b> .....	18
<b>3.11.1. Rendimiento de semilla</b> .....	18
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	20
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	28
<b>VI. LITERATURA CITADA</b> .....	29

## INDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Análisis de varianza ANVA. ....	12
Cuadro 2. Análisis de varianza y su significancia para la variable rendimiento en grano agrupados en 12 tratamientos, evaluados en el ciclo agrícola 2016. ....	20
Cuadro 3. Concentración de medias de rendimiento de grano en toneladas por hectárea agrupados en 12 tratamientos, evaluado en el ciclo agrícola 2016. ....	21
Cuadro 4. Análisis de varianza y su significancia para la variable rendimiento en grano agrupados en 6 tratamientos evaluados en el ciclo agrícola 2016. ....	22
Cuadro 5. Concentración de medias de rendimiento de grano en toneladas por hectárea agrupados en 6 tratamientos evaluados en el ciclo agrícola 2016. ....	23
Cuadro 6. Análisis y su significancia para la variable rendimiento en grano usando contrastes ortogonales.....	24
Cuadro 7. Análisis de varianza y su significancia para la variable densidad de población agrupados en 12 tratamientos, evaluados en el 2016. ....	25
Cuadro 8. Análisis de varianza y su significancia para la variable densidad de población agrupados en 6 tratamientos, evaluados en el 2016.....	26
Cuadro 9. Análisis y su significancia para la densidad de población usando contrastes ortogonales.....	27

## RESUMEN

Potencial de Rendimiento en la Producción de un Híbrido Triple de Maíz AN-388M

POR

EMANUEL DE JESUS NOH CAUICH

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCION

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

BUENAVISTA, SALTILLO, CUAHUILA, DICIEMBRE 2017

Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera-Asesor-

**Palabras clave:** Maíz, densidad de población, rendimiento, polinización.

El experimento se desarrolló en 2016, en el Instituto Mexicano del Maíz (Dr. Mario E. Castro Gil) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila. El objetivo principal de la investigación fue obtener la mayor rentabilidad en la producción de semillas híbridas del AN-388M del Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, sembrada a una densidad de 100,000 plantas por hectáreas. Los surcos constituyeron los tratamientos con tres repeticiones en un diseño completamente al azar. Los análisis indicaron que los 12 tratamientos fue similar las densidades de población ya que las diferencias fueron mínimas, el análisis muestra que no hay significancia entre los tratamientos, esto es probable que se deba al cuidado que se le dio al momento de la siembra, de igual manera a la homogeneidad del suelo, el riego, la fertilización, el aclareo y las buenas prácticas culturales que se realizó en el cultivo. En relación a rendimiento de acuerdo al análisis de varianza realizado dio como resultado no significancia en los tratamientos ya que la diferencia es minima en kilogramos, sin embargo se utilizó la prueba de DMS en esta prueba dio como resultado dos grupos A Y B quedando en el grupo A el tratamiento 1, 2, 3, 4, 5 y 6; y en el grupo B 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

## I. INTRODUCCION

El maíz es el cereal que ocupa el tercer lugar en superficie sembrada en el mundo, seguida del trigo y el arroz. Por su forma de usos en diversos procesos como alimentario a industriales. En América forma parte importante de la dieta alimentaria de su población y también fuente alimentaria para el ganado así como usos industriales.

Malthus (1798), pronosticó que un crecimiento desmedido de la población provocaría un desastre mundial por la falta de alimentos, que la población aumenta a una velocidad geométrica, mientras que el suministro de comida solo puede aumentar a una velocidad aritmética.

En la actualidad, el mundo vive cerca de 7,400 millones de habitantes y se predice que para el año 2050 está incrementaría a 9,600 millones según la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2016).

En México la superficie sembrada de este cultivo de maíz es alrededor de 8 millones de hectáreas en riego, riego-temporal, temporal y el consumo anual per cápita es de 250 kg de maíz para el 2015 INEGI reporta 127 millones de mexicanos, y las necesidades de este son 31.75 millones de toneladas y solamente se produce el 70.9% por lo tanto se tiene un déficit de 29.04% y este representa para México una fuga de divisas de miles de millones de dólares.

Por la elasticidad que tiene este cultivo, se siembra de 0 a 3000 msnm y su producción es de acuerdo a la tecnología y su régimen de siembra. En el país los principales estados productores son: Sinaloa el principal estado productor del país, se produjeron 3.7 millones de toneladas en el año agrícola 2014; Jalisco se encuentra en segundo lugar con una producción del estado registrado un avance de 1.8 millones de toneladas, volumen menor en 7% respecto a la producción en el mes de diciembre del año 2013; Michoacán se encuentra en tercer lugar con una producción de 1.4 millones de toneladas; Chihuahua se encuentra en cuarto lugar

con una producción de 1.3 millones de toneladas; Guanajuato es el quinto lugar con una producción de 1.3 millones de toneladas, volumen menor en 2.7% respecto al 2014, al año agrícola anterior, México se encuentra en el sexto lugar con una producción de 1.1 millones de toneladas, que es el 5% menor a las cosechas el año anterior.

En México se tiene diferentes organismos públicos y privados realizando mejoramiento genético en maíz tal es el caso de:

El Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro realiza investigaciones en maíz a nivel nacional buscan mayores rendimiento por hectárea, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia al estrés hídrico, mayor contenido y calidad de las proteínas del grano, así como una buena estabilidad, aportando material genético con buenas características para cada una de las regiones y así lograr una mejor producción. La formación de nuevos híbridos por parte de la investigación se tiene por objetivo, además de elevar la producción en menor superficie, brindando a si mejorar las ganancias y rentabilidad de los agricultores.

### **Objetivo**

- Obtener la mayor rentabilidad en la producción de semillas híbridas del AN-388M del Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

### **Hipótesis**

- La relación de plantas hembras y machos será la adecuada para tener una mejor producción y llenado de grano.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Nomenclatura del maíz

Reyes (1993) menciona que el maíz es la nomenclatura científica como (*Zea mays* L) que fue otorgada por Lineo y que significa grano que proporciona la visa; Zea que proviene del griego antiguo que significa “grano y mayz viene de una adaptación originado del Caribe, la primera planta de maíz fue reconocida por primera vez por los europeos.

El maíz es considerado la especie de gramíneas con mayor potencial para producir grano y ha sido uno de los cultivos donde se han registrado los mayores rendimientos por unidad de superficie, se estima que la producción mundial de maíz será de 1039.73 millones de toneladas, según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 2016).

### 2.2. Mejoramiento genético

En el mejoramiento genético de plantas, se está constantemente tomando decisiones en un proceso de selección que permite identificar a los elementos de la población, que presentan el criterio establecido como el criterio de selección. Este proceso está basado en la información que proporciona un conjunto de procedimientos estadísticos que tratan de reducir o controlar la influencia de factores extraños en el carácter que se quiere observar. Uno de estos datos es la utilización de los diseños experimentales (INIAA, 1986.).

El mejoramiento de las plantas se define como el arte y la ciencia que permite explorar la herencia de las plantas, dicho mejoramiento se practica desde que el hombre aprendió a seleccionar las mejores plantas, por lo cual la selección se convirtió en el primer método de mejoramiento (Poehlman, 1983).

### **2.3. Adaptación**

Se le siembra de temporal, con probabilidades (aunque escasas) de obtener cosecha en zonas áridas en la altiplanicie de San Luis Potosí con precipitación total durante el año menor a 400 mm, hasta en las sierras de Hidalgo, Puebla y Veracruz, o en las selvas de Tabasco y Chiapas con lluvias anuales superiores a los 4000 mm de precipitación total (H. Junta de Gobierno del Centro de Investigaciones Agraria, 1980).

La posibilidad de adaptarse bien, o sea, desarrollar normalmente, producir gametos suficientemente y sin restricción, producir grano y lograr un rendimiento aceptable, es una característica varietal. La adaptación está en relación con la heterogeneidad de las variedades, el sentido de que las poblaciones más heterogéneas tienen mayor disposición para adaptarse a un rango más amplio de ambientes, aunque esto no significa que va rendir más en todas las condiciones (INIAA, 1986.).

La velocidad de crecimiento de los vegetales, suponiendo constantes los demás factores, es función de la temperatura. Esta velocidad pasa por un máximo para una temperatura determinada, variable según las especies. Incluso si se estudia la duración de una fase activa cualquiera del desarrollo, se comprueba que es un tanto más reducida cuando la temperatura se vecina de un cierto óptimo. Es en general, de 25 a 28° para la gran mayoría de nuestras plantas originarias del Sur o del Centro de América, como el maíz (R. DIEHL. 1973).

La condición ideal de humedad del suelo, para el desarrollo del maíz, es el estado de capacidad de campo. La cantidad de agua durante la temporada de crecimiento no debe ser menor de 300 mm. La cantidad óptima de lluvias es de 550 mm y la máxima de 1.000 mm (Nevio, 2009).

## **2.4. Selección**

Jugenheimer (1985), menciona que los métodos clásicos para desarrollar líneas puras endocreadas comprende generalmente la selección de las plantas durante el tiempo de autofecundación sobre la base de la apariencia física de un surco de plantas sembradas con semilla de la misma mazorca. Para formar líneas autofecundadas, es necesario partir de la población previamente seleccionadas sobre la base de su amplia variedad genética.

## 2.5. Hibridación

La hibridación es uno de los métodos de mejoramiento genético que más se ha utilizado en maíz, y que resultados más espectaculares han logrado el incremento de su capacidad de rendimiento, esto se debe también a que los atributos biológicos del maíz y su versatilidad han facilitado grandemente su investigación (Fortson, 1986)

Chávez (2007) menciona que la hibridación es el acto de cruzar un gameto femenino (óvulo) de un individuo con un gameto masculino de otro individuo (polen, espermatozoide, etc.) se realiza bajo ciertos objetivos que son:

- ❖ Explotar el vigor híbrido (heterosis).
- ❖ Formar ideotipos (arquetipos) específicos para determinados ambientes.
- ❖ Provocar variabilidad y selección de nuevos materiales.
- ❖ Seleccionar los materiales que intervendrán como progenitores en las cruces.
- ❖ Seleccionar la cruzada adecuada y deseable de acuerdo con las exigencias del consumidor.

Shull en (1904), inicia la hibridación en maíz al trabajar con plantas autofecundadas, observó en ella una progresiva pérdida de vigor en sucesivas autofecundadas. Sin embargo, descubrió que al cruzarlas entres sí, se presentó una F1 que superó en rendimiento a los progenitores.

La hibridación puede ser definida como el método que consiste en el apareamiento controlado de individuos genéticamente diferentes, y el estudio de la progenie, asocian la endogamia o consanguinidad durante el proceso (Reyes, 1985)

Días (1964) define al maíz híbrido como el producto del cruzamiento entre dos, tres o cuatro tipos de maíz, con características bien definidas, para obtener una que reúna las características deseadas como son: altos rendimientos, resistencia a enfermedades, resistencia al acame, a la sequía. Etc.

## 2.6. Híbrido

Allard (1980), define a un híbrido como el aumento de tamaño y el vigor de este con respecto a sus progenitores. También propuso el término heterosis para denotar el incremento en tamaño y vigor después de los cruzamientos.

La obtención de híbridos de maíz se inició desde los principios de los años cincuenta. Obteniéndolos de varias formas clásicas que conocemos en la actualidad como son: obtención de líneas de primera autofecundación (S1) prueba temprana de líneas S1 (esto no siempre es llevada a cabo) avances de líneas autofecundada, prueba de aptitud combinatoria específica (híbrido simple) y la obtención de híbridos dobles y trilineales (Márquez, 1992).

Allard (1980) define al híbrido como el aumento de tamaño y el vigor de este con respecto a sus progenitores, también propuso el término heterosis para denotar el incremento en tamaño y vigor después de los cruzamientos.

El concepto de híbrido se define como aquel individuo que es el producto de una cruce entre padres genéticamente diferentes. Debido al fenómeno de la heterosis que el vigor que se manifiesta en la F1, los híbridos generalmente superan a los padres con respecto a uno o más caracteres. La característica común de los híbridos es que no es posible producir su semilla (Nevio, 2009).

Para mejorar la competitividad de la producción de maíz, los avances en el desarrollo de genotipos híbridos constituyen una tecnología y una opción para elevar la producción y productividad del cultivo, por lo que su adopción es muy crucial para eficientar otras prácticas agronómicas que favorece a mejorar la productividad (Fuentes y Quem, 2005).

## **2.7. Híbrido simple**

Chávez (1995) menciona que los híbridos simples se forman al cruzar dos líneas u otros materiales. La F1 de las cruza simples produce las plantas y mazorcas más uniformes, así como los rendimientos más altos a los de cualquier otro tipo de híbrido.

Híbrido simple. Desde el punto de vista de productividad y vigor, los cruzamientos simples en la generación F1 pueden ser muy buenos, pero con la productividad de las líneas homocigóticas es en sí muy baja. La semilla F1 de un cruzamiento simple resultaría sumamente costosa para uso comercial (Brauer, 1985).

## **2.8. Híbrido triple**

El híbrido triple se forma con tres líneas autofecundadas, es decir, son el resultado de un cruzamiento entre una cruce simple y una autofecundada (Chávez, 1995).

Poehlman, (1983) dice que la cruce de tres líneas es la progenie híbrida entre una cruce simple y una línea autofecundada. Esta cruce solo puede utilizarse cuando se dispone de tres buenas líneas. Esto se forma con tres líneas autofecundada. Para formarlos se polinizan las plantas de cruce simple con el polen de la progenie masculino, en cual debe ser una línea muy productora del polen, ya que está en desventaja con la cruce simple que es muy vigorosa.

## **2.9. Densidad de siembra**

Se entiende por densidad de siembra: “la cantidad de plantas por área”. En este caso sería, el número de plantas de maíz en una hectárea. En siembras comerciales, se utiliza densidades que van de 50.00 a 55.000 plantas por hectáreas. Sin embargo, para producir semillas registradas o certificadas se recomienda utilizar entre 40.000 a 45.000 plantas por hectárea (Nevio, 2009).

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Área de Trabajo y Aspectos Climatológicos**

La presente investigación se realizó en el Instituto Mexicano del Maíz (IMM) en los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en la Calzada Antonio Narro # 1993, Colonia Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, en el ciclo primavera –verano del 2016. El terreno donde se realizó el experimento, se encuentra localizado en la parte sur – oeste del estado de Coahuila, con la latitud norte 25° 22' 41" y la longitud Oeste 101° 02' 00" del meridiano de Greenwich, la altura es de 1740 msnm.

En la Región Sureste, el clima es caluroso en primavera y verano generalmente en Saltillo, Arteaga, la estación lluviosa es en julio y agosto, en invierno el tiempo es frío y bromoso.

#### **3.2. Materiales Empleados**

Los materiales que se utilizaron en este experimento fueron materiales desarrolladas por el Instituto Mexicano del Maíz, de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”; que son; un híbrido simple (255M X ZAP-211-1-1-1M) y una línea MLS4-1-1-1.

### 3.3. Diseño Experimental

El diseño estadístico empleado en el experimento fue de bloques al azar con tres repeticiones, al igual que se realizó los contrastes ortogonales.

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

$$i = 1, 2 \dots t$$

$$j = 1, 2 \dots r$$

$Y_{ij}$  = efecto total.

$\mu$  = media general.

$\beta_j$  = efecto del j – esimo repeticion.

$\alpha_i$  = efecto del i – esimo tratamiento.

$\epsilon_{ij}$  = error experimental en la unidad j del tratamiento i

Cuadro 1. Análisis de varianza ANVA.

FV	GL	SC	CM	FC
<b>Bloques</b>	<b>(r-1)</b>	$\sum_j^r \frac{Y_{.j}^2}{t}$	Sc bloques/(r-1)	$\frac{Cm\ de\ bloq}{Cm\ eexper}$
<b>Trat</b>	<b>(t-1)</b>	$\sum_{i=1}^{t=12} \frac{Y_{i.}^2}{r}$	Sc Trat/(t-1)	$\frac{Cm\ de\ trat}{Cm\ eexper}$
<b>Eexp</b>	<b>(t-1)(r-1)</b>	sc eexpe= Sc total(-Sc trat+Sc bloq)	Sc eexp/(t-1)(r-1)	
<b>Total</b>	<b>(tr-1)</b>	$\sum_{i=1}^{t=12} \sum_{j=1}^{r=3} Y_{ij}^2$		

Para conocer si los resultados obtenidos en el análisis de varianza son confiables, se determinó el coeficiente de variación (C.V) de la siguiente manera:

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

Donde:

CME= Cuadrado medio del error.

$\bar{x}$  = Media general.

De igual manera utilizamos la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para agruparlos en grupos.

### **3.4. Establecimiento del Experimento**

Se realizó la siembra directa en el Instituto Mexicano del Maíz en los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, con las siguientes características físicas – químicas del suelo más sobresalientes: textura, arcillosa: conductividad eléctrica, salino: rico en materia orgánico: pH del suelo alcalino: en lo que respecta al Nitrógeno del suelo, es rico en Fósforo: en Potasio, es extremadamente rico y en el contenido de carbonatos totales es muy alto.

### **3.5.Preparación del terreno**

El terreno se preparó con las siguientes labores culturales tradicionales.

El barbecho se realizó a una profundidad de 30 cm, la rastra se realizó doble cruzada debido a la formación de los terrones, por ser la textura considerablemente arcillosa.

Se llevó a cabo la nivelación del terreno, para que los riegos fueran más uniformes y dar el mejor manejo del agua.

La unidad experimental estuvo constituida de:

Densidad de siembra	100.000 plantas / hectárea
Longitud de surco	30 m
Distancia entre surco	0.75 m
Numero de surcos por parcela	1
Matas por surco	69
Distancia entre plantas	0.20 m
Área de parcela útil	405 m <sup>2</sup>

### **3.6. Siembra**

La siembra directa se realizó a tierra venida, la semilla se sembró a una profundidad de 6-8 cm, depositando tres semillas por golpe y aclarando, con la ayuda de una cuerda marcada de acuerdo a las plantas por surco y a la misma distancia, posteriormente se aclaró a dos plantas por mata.

No se aplicaron herbicidas al terreno, el deshierbe se hizo de manera manual.

Los riegos fueron por goteo y los necesarios lo que el cultivo requirió, no existiendo problemas de humedad, lo que nos causó daño al acame fue unos fuertes vientos que se presentaron en agosto causando el acame de las plantas.

### **3.7. Fertilización**

El experimento se fertilizó con la dosis de 300-220-00, se hicieron dos aplicaciones: al momento de la siembra se aplicaron 150 unidades de Nitrógeno y 220 unidades de Fosforo. La fuente utilizando de fertilizante fue la formula (11-52-00) MAP,

La siguiente aplicación se hizo con 150 unidades de Nitrógeno en la primera escarda, y la fuente utilizada en esta segunda aplicación fue Urea (46-00-00). La aplicación del fertilizante se hizo sobre el surco y en banda.

La siembra se efectuó el 23 de mayo sembrando primeramente las plantas hembras y a los 5 días después se sembró las plantas macho para que haya una sincronización floral entre plantas machos y hembras, después de la siembra inmediatamente se regó, la relación de siembra fue de 6-2, seis filas de plantas hembras y dos filas de plantas macho.

### **3.8. Control de plagas**

Durante el desarrollo del cultivo se presentó ataque severo del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el cual fue controlado mediante dos aplicaciones de Proclaim 5GS.

### **3.9. Desespigue hembra**

Se realizó la primera eliminación de espigas con el fin de eliminar toda la espiga y las que se encontraron a una o a dos hojas (espiga remanente), esta actividad fue de manera manual siendo esta primera intervención del desespigue, cerrando así una totalidad la eliminación de espigas remanentes en la cuarta intervención. En el caso de parental macho terminando la liberación de polen, este se llevó al llenado de grano con el fin de obtener la mayor parte de la semilla, para ellos se obtuvieron los cuidados estrictos para evitar la presencia de plantas fuera de tipo y así no afectar la calidad genética por alguna contaminación.

### **3.10. Cosecha**

Se realizó de manera manual usando arpillas tipo redes para la recolección de las mazorcas de ambos parentales, cuando este ya había cumplido el tiempo el tiempo requerido para su secado en campo, la recolección se realizó de manera separada identificándolos con etiquetas para la identificación del tratamiento, repetición y bloques correspondiente. En el caso de parental macho no requirió etiquetas, ya que este se recolectó sin separaciones.

### **3.11. Parámetros Evaluados**

#### **3.11.1. Rendimiento de semilla.**

Después de realizar la cosecha de mazorcas de cada tratamiento se llevó a secado, posteriormente se realizó el desgrane en forma manual. Con la ayuda de una báscula de una capacidad de 40 Kg, de cada muestra se tomaron los datos de peso del grano, impurezas, peso de olote y otras variables como porcentaje de humedad y peso Hectolitrico. Posteriormente después de recabar todos los datos se estimó el rendimiento del grano ajustando a un porcentaje de humedad del 15.5 por ciento.

#### **Toma de Datos.**

En la cosecha del experimento se tomaron los datos siguientes y esta fue realizada manualmente:

- Número de plantas por surco. Se contaron todas las plantas que tenía en el surco y esta se dividió en tres partes tomando en cuenta la medida del surco.
- Número de plantas cosechadas. Se contó el número de plantas cosechadas de cada repetición de cada surco con mazorca.
- Número de mazorcas. Se contó en cada repetición el número de mazorcas cosechadas de las plantas en cada surco.

- Número de mazorcas podridas. En cada repetición del surco se contó el número de mazorcas podridas.
- Peso de campo. Se realizó con una báscula de una capacidad de 40 Kg, pesando el total de cada mazorca de cada repetición, posteriormente se tomó una muestra para determinar el por ciento de humedad.
- Peso de grano. Se realizó con una báscula de reloj, primeramente se desgrano las mazorcas de cada repetición para calcular el rendimiento en toneladas por hectárea.

Todos los datos tomados en el experimento se concentraron para determinar el análisis de varianza correspondiente su coeficiente de variación (C.V). y la prueba de medias (DMS), al igual que los contrastes ortogonales.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En este apartado se presentan los resultados y la interpretación de los análisis de varianza para las variables evaluadas en tratamientos y repeticiones expresados en rendimiento por hectárea y densidad de población del híbrido AN-388M para la obtención de la mayor rentabilidad en la producción de semillas y poder así responder al objetivo planteado.

Cuadro 2. Análisis de Varianza y su significancia para la variable rendimiento en grano agrupados en 12 tratamientos, evaluados en el ciclo agrícola 2016.

### ANVA

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					.05	.01
Bloq (r-1)	2	9.006	4.503	0.692 <u>NS</u>	3.44	5.71
Trat (t-1)	11	151.439	13.767	2.117 <u>NS</u>	2.25	3.18
E Exp (t-1)(r-1)	22	143.027	6.501			
Total (tr-1)	35	303.473				

CV= 18 %

En el Cuadro 2, se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza del rendimiento en grano agrupados en 12 tratamientos, el análisis muestra que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, esto es probable a la homogeneidad del suelo, la fertilización, al control de plagas y enfermedades.

Para la fuente de variación repeticiones su comportamiento fue similar al no manifestar diferencia significativa, esto se debe a la homogeneidad de la conducción del establecimiento del experimento.

Cuadro 3. Concentración de medias de rendimiento de grano en toneladas por hectárea agrupados en 12 tratamientos, evaluado en el ciclo agrícola 2016.

<b>ORDEN</b>	<b>MEDIA</b>	<b>GRUPOS</b>
<b>1</b>	<b>18.657</b>	<b>A</b>
<b>2</b>	<b>16.996</b>	<b>A</b>
<b>3</b>	<b>16.700</b>	<b>A</b>
<b>4</b>	<b>15.042</b>	<b>A</b>
<b>5</b>	<b>14.452</b>	<b>A</b>
<b>6</b>	<b>14.451</b>	<b>A</b>
<b>7</b>	<b>13.685</b>	<b>B</b>
<b>8</b>	<b>13.535</b>	<b>B</b>
<b>9</b>	<b>13.420</b>	<b>B</b>
<b>10</b>	<b>13.212</b>	<b>B</b>
<b>11</b>	<b>13.163</b>	<b>B</b>
<b>12</b>	<b>10.547</b>	<b>B</b>

**D.M.S. = 4.317**

En el Cuadro 3, se muestra la comparación de medias de rendimiento de grano en toneladas por hectárea. la cual se presenta dos grupos estadísticos de acuerdo a la prueba de medias (DMS), en el grupo A se encuentra seis tratamiento desde 18.657 hasta 14.451 toneladas quedando el tratamiento 1 con mayor rendimiento y en el grupo 2 se encuentra el tratamiento 6 tratamientos desde 13.685 hasta 10.547 toneladas, analizando este cuadro se puede concluir del alto potencial que tiene el híbrido simple como hembra esto se reflejara en la mayor cantidad se semilla híbrida y por lo tanto será altamente rentable.

Cuadro 4. Análisis de Varianza y su significancia para la variable rendimiento en grano agrupados en 6 tratamientos, evaluados en el ciclo agrícola 2016.

**ANVA**

FV	G L	S C	C M	F C	F T	
					.05	.01
Bloq (r-1)	2	4.503	2.251	0.811 <u>NS</u>	4.10	7.55
Trat (t-1)	5	21.525	4.305	1.552 <u>NS</u>	3.32	5.63
E Exp (t-1)(r-1)	10	27.737	2.773			
Total (tr-1)	17	53.766				

**CV= 11.5%**

En el Cuadro 4, se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza de rendimiento agrupados en 6 tratamientos, el análisis prueba que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. Esto se debe que las plantas machos son buenos polinizadores en la relación 6-2 para el llenado de granos y su rendimiento en los seis tratamientos.

Para la fuente de variación repeticiones fue similar al no manifestar significancia, esto se debe a la uniformidad al establecer el experimento, el buen manejo, cuidado y trabajo del cultivo.

Cuadro 5. Concentración de medias de rendimiento de grano en toneladas por hectárea agrupados en 6 tratamientos evaluados en el ciclo agrícola 2016.

<b>MEDIA</b>	<b>ORDEN</b>	<b>GRUPOS</b>
<b>16.171</b>	<b>1</b>	A
<b>15.871</b>	<b>2</b>	A
<b>13.832</b>	<b>3</b>	A
<b>13.807</b>	<b>4</b>	A
<b>13.772</b>	<b>5</b>	A
<b>13.478</b>	<b>6</b>	A

**D.M.S= 3.029**

En el Cuadro 5, se muestra la comparación de medias de rendimiento de grano en toneladas por hectáreas agrupados en seis tratamientos, en la cual la prueba muestra un solo grupo estadístico de acuerdo a la prueba de medias (DMS), quedando en el único grupo A todos los tratamientos desde 16.171 hasta 13.478 toneladas, analizando este cuadro se puede concluir el alto potencial de la planta macho para polinizar los 6 tratamientos de manera homogénea y a si tener un buen rendimiento de grano.

Cuadro 6. Análisis y su significancia para la variable rendimiento en grano usando contrastes ortogonales.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.5	0.01
rep (r-1)	2	4.504	2.252	0.812 <u>NS</u>	4.10	7.55
trat (t-1)	5	21.525	4.305	1.552 <u>NS</u>	3.32	5.63
<b>C1 VS C2C3C4C5C6</b>	1	6.882	6.882	2.481*	1.96	10.04
<b>C2 VS C3C4C5C6</b>	1	0.727	0.727	0.262 <u>NS</u>	4.96	10.04
<b>C3 VS C4C5C6</b>	1	0.961	0.961	0.346 <u>NS</u>	4.96	10.04
<b>C4 VS C5C6</b>	1	4.57	4.57	1.648 <u>NS</u>	4.96	10.04
<b>C5 VS C6</b>	1	8.383	8.383	3.023 <u>NS</u>	4.96	10.04
<b>Eexp(t-1)(r-1)</b>	10	27.737	2.773			
<b>total (tr-1)</b>	17	53.767				

En el Cuadro 6, se presentan los resultados del análisis de varianza agrupados en 6 tratamientos usando contrastes ortogonales evaluando la variable rendimiento de grano por hectárea. En base al análisis se muestra que no hay diferencias significativas en tratamientos, de la misma manera para repeticiones no hay diferencia significativa.

En cuanto a los contrastes de acuerdo al análisis se comprueba que para el contraste C1 vs C2C3C4C5C6 se obtuvieron diferencias significativas, es decir el tratamiento 1 tuvo mayor rendimiento con una diferencia de 1.659 kg a comparación de los tratamiento 2, 3, 4,5 y 6. En cuanto al contraste C2 vs C3C4C5C6, C3 vs C4C5C6, C4 vs C5C6, C5 vs C6 no hay diferencia significativa, es decir el tratamiento 2, 3, 4,5 y 6 el rendimiento entre ellos es muy poca la diferencia en kg.

Cuadro 7. Análisis de Varianza y su significancia para la variable densidad de población agrupados en 12 tratamientos, evaluados en el 2016.

**ANVA**

FV	G L	S C	C M	F C	F T	
					.05	.01
Bloq (r-1)	2	54.070	27.035	0.250 <u>NS</u>	3.44	5.71
Trat (t-1)	11	855.388	77.762	0.719 <u>NS</u>	2.25	3.18
E Exp (t-1)(r-1)	22	2378.971	108.135			
Total (tr-1)	35	3288.431				

**CV=11%**

En el Cuadro 7, se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza de densidad de población agrupados en 12 tratamientos, el análisis muestra que no hay significancia entre los tratamientos, esto es probable que se deba al cuidado al momento de la siembra, de igual manera a la homogeneidad del suelo, el riego, la fertilización, el aclareo y las buenas prácticas culturales que se realizó en el cultivo.

Para la fuente de variación repeticiones su comportamiento fue similar al no manifestar significancia, esto se debe a la homogeneidad al momento de la siembra usando la misma cantidad de similla para cada repetición.

Cuadro 8. Análisis de Varianza y su significancia para la variable densidad de población agrupados en 6 tratamientos, evaluados en el 2016.

**ANVA**

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					.05	.01
Bloq (r-1)	2	27.035	13.517	0.237 <u>NS</u>	4.10	7.55
Trat (t-1)	5	241.823	48.364	0.851 <u>NS</u>	3.32	5.63
E Exp (t-1)(r-1)	10	567.993	56.799			
Total (tr-1)	17	836.852				

**CV= 8%**

En el Cuadro 8, se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza de densidad de población agrupados en 6 tratamientos, el análisis, prueba que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. Esto se debe a una adecuada densidad de siembra para que plantas se desarrollen correctamente sin tener que competir entre ellas. De igual manera el buen riego y fertilización que se les aplicaron.

Para la fuente de variación repeticiones fue similar al no manifestar diferencias significancias, esto se debe a la uniformidad de plantas al establecer el experimento y el buen trabajo del cultivo.

Cuadro 9. Análisis y su significancia para la densidad de población usando contrastes ortogonales.

DDP CONTRASTE						
FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.5	0.01
rep (r-1)	2	27.035	13.517	0.274	4.1	7.55
trat (t-1)	5	241.823	48.364	0.982	3.32	5.63
C1 VS C2C3C4C5C6	1	9.119	9.119	0.185	4.96	10.04
C2 VS C3C4C5C6	1	46.859	46.859	0.951	4.96	10.04
C3 VS C4C5C6	1	101.49	101.49	2.061	4.96	10.04
C4 VS C5C6	1	57.347	57.347	1.164	4.96	10.04
C5 VS C6	1	27.006	27.006	0.548	4.96	10.04
Eexp(t-1)(r-1)	10	567.993	56.799			
total (tr-1)	17	836.852				

En el Cuadro 9, se presenta los resultados del análisis de varianza agrupado en 6 tratamientos usando contrastes ortogonales evaluando la variable densidad de población por hectárea. En base al análisis se comprueba que no hay diferencias significativas en tratamientos, de igual manera para repeticiones no hay diferencia significativa. Esto se debe que estadísticamente las densidades entre tratamiento no varía demasiado en cuanto al número de plantas.

En cuanto a los contrastes de acuerdo al análisis se comprueba que para el contraste C1 vs C2C3C4C5C6, C2 vs C3C4C5C6, C3 vs C4C5C6, C4 vs C5C6, C5 vs C6 no hay diferencia significativa, es decir los tratamiento 1, 2, 3, 4, 5 y 6 las densidades entre ellos no varía de gran número de plantas, la diferencia es poco es por eso que el análisis no muestra diferencias entre tratamientos.

## **V. CONCLUSIONES**

De acuerdo al objetivo e hipótesis planteada en la presente investigación y con base a los resultados analizados se acepta la hipótesis planteada, ya que la relación de plantas hembras y machos es la adecuada para tener una mejor producción y llenado de grano con una densidad de 100,000 plantas por hectárea. Se concluye que el macho es un buen polinizador en la relación 6-2 y la hembra expresa un alto potencial de rendimiento al responder con una buena producción.

## VI. LITERATURA CITADA

- Allard** R. W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Editorial EOSA. España.
- Brauer.** H. O. 1985. Fitogenética Aplicada. Editorial Limusa. S. A. séptima Reimpresión. pág. 372.
- Chávez,** A. J. 2007. Mejoramiento de plantas I. 1ra edición. Edit. Trillas, S. A. de C. V. p69.
- Chávez,** A. J. 1995. Mejoramiento de plantas 2. 2da edición. Edit. Trillas, S. A. de C. V. pag.101-102
- Días** P.A. 1964. El Maíz, cultivo-fertilización y cosecha. Segunda edición. Editor Bartolomé Trucco. México D.F Pág. 61.
- Fortson.** R. J. 1986. El Maíz Alimento del Hombre. Paples Impresora y Editora Cocoyoc, S.A.
- Fuentes** L. M. R. y Queme W. 2005. Informe ensayo regionales de maíz PCCMCA 2005. ICTA-PRM.
- H. junta de Gobierno del Centro de Investigaciones Agrarias.** 1980. El cultivo del maíz en México. 1ra edición. Edit. Talleres de la Industria Gráfica Editorial Mexicana. pág.17.
- INIAA.** 1986. XIII Curso corto Mejoramiento Genético del Maíz. Edición. PROCIANDINO. Quinto, Ecuador. Pág.43.
- INIAA.** 1986. XIII Curso corto Mejoramiento Genético del Maíz. Edición. PROCIANDINO. Quinto, Ecuador. Pág.177.
- Jugenheirme** W. R. 1985. Maíz variedades mejoradas, método de cultivo y producción de semillas. Editorial Limusa. México. Pág. 76.

- Márquez**, H. J. M. 1992. Caracterización sistemática, parámetros genéticos e índices de selección, de la colección de jícama (*Pachyrhizus erosus* L urban) del CATIE. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Costa Rica.
- Montenegro**, T. H., F. Rincón, S., N. A Ruiz, T., H. De León, C., G. Castaño, N. 2002. Potencial genético y aptitud combinatoria de germoplasmas de maíz tropical. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 25(2): 135-142.
- Nevio**. B. M. 2009. Cultivo de maíz. 1ra edición. Edit. INTA. Pág. 10; 12; 13
- Poehlman**. J.M. 1987. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Editorial Limusa. S. A. de C. V. Decima Reimpresión. pág. 282-285.
- Pohelman**, J. M. 1983. Mejoramiento genético de las cosechas. Edit. LIMUSAWILWY, México, DF.
- R.DIEHL**. 1973. Fitotecnia General. 1ra edición. Edit. J,-B.BAILLIERE ET FILS. pág. 17.
- Reyes** C P (1993), El Maíz y su cultivo. A. G. T. Editor
- Reyes**. C.P.1985. El Maíz y su Cultivo. AGT. Editor. Primera Edición. México. D.F. pág. 109-111.
- Shull**. G.H. 1904. The Composition of a fiel of maize an breeder. Assoc. Rpt, R: 296-301.
- USDA** (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), 2016, Producción mundial del maíz.<https://www.produccionmundialmaiz.com/default.asp>