

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de Tres Densidades de Población en Hembra de Maíz Para la
Producción y Calidad de la Semilla de un Híbrido Simple

Por:

FLOR ANDREA TIRSO GÓMEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de Tres Densidades de Población en Hembras de Maíz Para la
Producción y Calidad de la Semilla de un Híbrido Simple

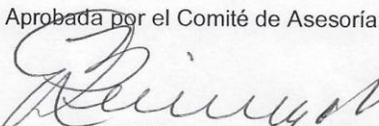
Por:

FLOR ANDREA TIRSO GÓMEZ

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

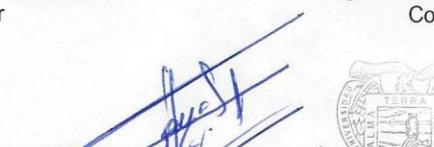
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera
Asesor Principal


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coasesor


Ing. Raúl Gándara Huitrón
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México Coordinación
División de Agronomía

Febrero, 2017

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Gracias padre celestial por haberme permitido existir y por un sinfín de bendiciones que derramaste sobre mí para poder llegar hasta este momento.

A MI “ALMA MATER”: por haberme abierto las puertas y recibirme en su seno para mi formación profesional, por permitirme conocer a mis mejores amigos por todo lo que me ofreció es y seguirá siendo mi segundo hogar **NARRO** y **BUITRE** de corazón..

ING. GUSTAVO ALFONSO BURCIAGA VERA: Con admiración y respeto. Por todos los buenos consejos y regaños que me dio para poder seguir adelante, gracias por brindarme su amistad, sus conocimientos y apoyo incondicional para mi formación, pero sobre todo gracias por abrirme las puertas en el Instituto Mexicano del Maíz para realizar el presente trabajo de investigación.

Dr. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ BADILLO: Por ser un guía durante toda nuestra estancia en la Universidad por todos los consejos y amistad brindada, por todos sus conocimientos compartidos, sus comentarios y sugerencias para concluir con este trabajo de manera satisfactoria.

ING. RAÚL GÁNDARA HUITRÓN: Por la amistad brindada, y buenos consejos que me dio para seguir adelante, por compartirme sus conocimientos, y sobre todo por apoyarme en la revisión de mi trabajo de investigación.

MC. SOCORRO BAHENA (COCO): Por su apoyo al momento que realicé todas las pruebas de laboratorio en el CCDTS.

A MIS AMIGOS: Rafael, Noel, José Luis, Misael Francisco Germán, Carlos Miguel por los buenos y malos momentos vividos, gracias por compartir conmigo tantas cosas.

A MI QUERIDO NOVIO: *Donald* gracias por todo el apoyo incondicional que me brindaste, por los todos los buenos y malos momentos que vivimos. Porque no solo fuiste mi novio sino mí mejor amigo, eres la casualidad más bonita en mi vida.

DEDICATORIA:

A DIOS: Gracias padre celestial por haberme permitido existir y por un sinfín de bendiciones que derramaste sobre mí para poder llegar hasta este momento y sobre todo por darme a los maravillosos padres que tengo

A MIS PADRES: *Teresa Gómez Santiago y José Tirzo Tirzo*

Por el apoyo incondicional que me han brindado durante mis estudios, son los mejores padres que Dios pudo haberme dado, gracias por las palabras de aliento que me brindaron para salir adelante, y sobre todo por formarme para ser una persona de bien. No me alcanzaría la vida para pagarles todo lo que han hecho por mí. Muchas gracias papá, mamá los amo.

A MIS ABUELOS: *Inocencio Tirso Santiago, Candelaria Gómez, Hilario García:*

gracias por el apoyo que me brindaron durante toda mi carrera y por ser parte de mi vida los quiero mucho y gracias por todo.

A MIS HERMANOS: *Domingo Tirzo, Paula Tirzo, Jesús Hilario Tirzo y Ana Bertha*

Tirzo. Por todo el apoyo brindado y por los ánimos que me dieron, les agradezco de todo corazón, todos los buenos detalles y los buenos momentos vividos los quiero mucho.

A MIS TÍOS: Paula, Josefa, Candelaria, José de Aquino gracias por todo su apoyo incondicional y por los buenos consejos y regaños que me dieron, pues me sirvieron para ser una mejor persona.

A MI QUERIDO NOVIO DONALDO: No sé cómo agradecerte todo lo que hiciste por mí, por apoyarme en los momentos difíciles de mi vida y aconsejarme, eres la mejor bendición que Dios me mando, gracias por todo.

RESUMEN

Evaluación de Tres Densidades de Población en Hembras de Maíz Para la
Producción y Calidad de la Semilla de un Híbrido Simple

POR

Flor Andrea Tirso Gómez

LICENCIATURA EN INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, FEBRERO 2017.

Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera –asesor-

Palabras clave: Maíz, densidad de población, rendimiento, calidad de semilla.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo durante el 2015 en el ciclo Primavera- Verano en los campos del Instituto Mexicano del Maíz ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila. El objetivo principal fue determinar la población óptima en hembras de maíz para la producción y calidad de semilla en un híbrido simple sembrado en densidades de 83,333 103,000 y 121,000 plantas/ha⁻¹ dichas densidades al combinarlas constituyeron los tratamientos que se establecieron en un diseño bloques completos al azar. En el análisis de varianza indicó que la densidad de 121,000 fue la ideal con un rendimiento de 8.324 ton/ha⁻¹, sin embargo la densidad de 103,000 plantas/ha⁻¹ fue la que presentó un mayor porcentaje de semillas planas con un total de 73.5 por ciento y la densidad que obtuvo mayor porcentaje de semilla redonda fue la de 83,333 plantas/ha⁻¹ con un porcentaje de

28.7 por ciento. Para las pruebas de germinación estadísticamente no se encontraron diferencias significativas. La mayor longitud de plúmula y radícula fue la que presentó la densidad de 83,333 plantas ha⁻¹ con una longitud de 19.48 cm y 10.04 cm respectivamente. En la prueba de peso seco el valor más alto fue la densidad de 83,333 plantas ha⁻¹ con 2.256 gr, seguido por el tratamiento de 103,000 plantas ha⁻¹ con 2.222 gr, por último la densidad de 121,000 plantas ha⁻¹ obteniendo el menor peso de materia seca con 2.101 gr.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Densidades de población del progenitor femenino del híbrido AN-447M utilizado en la producción de semilla de maíz en IMM, UAAAN, Saltillo, Coahuila en 2015.	9
2	Fechas de aplicación de los diferentes insecticidas en cada mes.	12
3	Unidades de fertilización y peso (kg) de cada fertilizante en relación al área cuadrada sembrada de los tratamientos.	13
4	Proporción general de semillas por formas de la muestra de los tratamientos, en relación a dos kg como 100%.	16
4.1	Clasificación de las semillas y porcentaje de acuerdo al tamaño y forma en tres diferentes cribas (23/64, 21/64, 18/64) grande, mediana y chica respectivamente.	17
5	Cuadros medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general del rendimiento, evaluada en la producción de la hembra del híbrido trilineal AN-447M en Saltillo, Coahuila, 2015	21
5.1	Comparación de medias de los tratamientos para la variable de rendimiento de la hembra del híbrido trilineal en Saltillo, Coahuila, 2015.	21
5.2	Distribución de los tratamientos finales	22
5.3	comparación de medias de las tres densidades	22
6	Porcentajes y pesos de la proporción de formas y tamaños de semillas de las tres densidades del parental hembra del híbrido simple.	23
7	Cuadros medios del análisis de varianza, coeficiente de variación y media general de las variables de calidad fisiológica, en la producción de la hembra del híbrido trilineal del híbrido AN-447M en Saltillo Coahuila, 2015.	25
7.1	Medias de los tratamientos para la germinación estándar evaluando la semilla de forma plana y tamaño grande, para la producción de semilla de maíz en la UAAAN, 2015.	26

8	Gastos de producción del híbrido AN-447M subsidiados por el productor.	27
8.1	Costos para la producción del híbrido AN-447M subsidiados por la UAAAN.	28
8.2	Beneficio obtenidos por los sacos de semillas en sus diferentes formas y tamaños del híbrido AN-447M.	29
8.3	Ganancia total de la producción del parental hembra del híbrido trilineal AN-447M.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Diseño de establecimiento del parental hembra y macho en el área experimental.	11

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
Ubicación del área experimental.....	9
Material vegetativo.....	9
Tratamientos.....	9
ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO.....	10
Preparación del terreno.....	10
Siembra.....	10
Diseño experimental.....	10
Manejo agronómico del cultivo.....	11
Control de plagas	11
Fertilización.....	13
Desespigue en la hembra.....	15
Cosecha.....	15
PARÁMETROS EVALUADOS.....	16
Rendimiento de semilla.....	16

CALIDAD DE LA SEMILLA.....	16
Estimación de la proporción de formas de semillas y tamaños.....	16
CALIDAD FISIOLÓGICA.....	17
Germinación estándar.....	17
Longitud media de plúmula.....	18
Longitud media de radícula.....	18
Peso seco.....	18
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	19
Análisis estadístico.....	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
VARIABLE DE CAMPO.....	20
Rendimiento de semilla.....	20
CALIDAD DE SEMILLA.....	23
Estimación de la proporción de formas de semillas y tamaños.....	23
CALIDAD DE FISIOLÓGICA.....	24
Germinación estándar.....	24
Longitud media de plúmula.....	24
Longitud media de radícula.....	25
Peso seco.....	25
ESTUDIO FINANCIERO.....	26
CONCLUSIONES.....	30
LITERATURA CITADA.....	31

INTRODUCCIÓN

El maíz es el principal cereal producido y el más demandado en el mundo. La importancia de este cereal está definida por la tasa de crecimiento de producción y superficie cultivada. Según (USDA 2016) en los últimos 75 años el maíz (*Zea mays* L.) ha sido uno de los cultivos donde se han registrado los mayores rendimientos por unidad de superficie. Mientras tanto el Consejo Internacional de Cereales por sus siglas en inglés IGC plantea que la producción de cereales a futuro aumentara 81 millones de toneladas, siendo el maíz el que representará el 90 por ciento del incremento además el consumo, sobre todo de maíz y trigo, crecerá de forma notable. El mayor aumento corresponderá a la demanda de piensos, pero también se incrementará el consumo destinado a alimentos y usos industriales.

La importancia del maíz de forma económica y social hace que para algunos países sea el primer cultivo con mayor extensión de siembra. Además de ser fuente de empleo y alimento.

En México hay una población de 129, 828, 370 habitantes y se produce cerca de 8,000, 000 de hectáreas de maíz, con una producción de 23, 273, 256.5 toneladas generando un déficit anual de 9.9 millones de toneladas (FIRA, 2014) forzando a México a importar maíz de Estados Unidos principalmente ya que en México diez estados concentraron el 80.0 por ciento de la producción nacional de maíz grano. Sinaloa se ubica como el principal productor de maíz en el país con una participación de 15.8 por ciento en 2014, lo cual representa un volumen de 3.7 millones de toneladas. En segundo lugar se encuentra Jalisco con 14.9 por ciento de participación y un volumen de producción de 3.5 millones de toneladas en 2014. En tercer lugar se encuentra Michoacán con una participación de 8.3 por ciento del total y un volumen de 1.9 millones de toneladas.

Mientras que el consumo per-cápita es de 250 kg anuales aproximadamente.

México es el primer importador de maíz, importando 10,2 millones de t en 2014-2015 y de 10,5 millones de t en 2015-2016, considerado volúmenes importantes que duplicaron las importaciones respecto a 2012-2013. La mayor parte del territorio

nacional presenta déficits de semilla mejorada y los más altos se presentan en Chiapas, Puebla, Oaxaca, Veracruz y Estado de México, donde superan las 10 mil toneladas. En Guerrero, Michoacán, Jalisco, San Luis Potosí, e Hidalgo, los déficits se ubicaron entre 5 y 10 mil toneladas.

(Espinosa, *et al*; 2010) menciona que el monopolio en el comercio de las semillas ha propiciado que los precios de venta de las semillas híbridas sean en México los más altos del mundo. Mil semillas de maíz se cotizan a 2.7 dólares, en comparación con 1.3 dólares en la faja de maíz en Estados Unidos. Logrando con esto que México sea un país para apostar en la producción y venta de semilla mejorada lo cual no ocurre en ningún lugar del mundo.

Sin embargo las variedades criollas son cultivadas en aproximadamente el 70 por ciento de la superficie nacional, aunque existen regiones como Jalisco, El Bajío, Sonora, Sinaloa y Tamaulipas en donde el uso de semilla mejorada supera el 60 por ciento, (Arias y Sánchez, 1997) citado por (Ávila, 2011).

Por lo anterior los programas de mejoramiento genético en Maíz buscan permitir mejorar características como tolerancia a estrés, a la salinidad, así también como resistencia a plagas y enfermedades, mejorar la calidad del grano, rendimiento etc.

No obstante para aumentar los rendimientos, la densidad de población juega un papel muy importante. La densidad de población es un factor que se modifica en la producción de nuevos híbridos de maíz para el incremento de rendimiento, pero no siempre se logra establecer la densidad óptima o adecuada. Por lo que el programa de licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción en coordinación con el Instituto Mexicano del Maíz de la UAAAN realizó un trabajo para estudiar el comportamiento de nuevos híbridos a diferentes densidades de población y de esta manera lograr establecer la densidad adecuada a manejar para mejorar los rendimientos sin ver afectado la calidad de la semillas.

Objetivo:

Determinar la densidad de población de hembra ideal por unidad de superficie, efectos en el rendimiento y la rentabilidad así como calidad de las semilla del parental hembra del híbrido trilineal AN-447M.

Hipótesis

De las densidades de población en hembra de 83,333, 103,000 y 121,000 plantas/ha⁻¹ la densidad de 121,000 plantas ha⁻¹ será la que obtenga el mayor rendimiento y la mejor calidad de semilla

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del Fitomejoramiento

La importancia del Fitomejoramiento en maíz se ve reflejada en los aumentos de rendimientos de algunos cultivos básicos así como también la creación de nuevas variedades mejoradas que permiten adaptarse a diferentes condiciones agroecológicas. Si bien se sabe el Fitomejoramiento ha permitido mejorar la calidad de vida de las personas, a través de fitomejoradores que han generado variedades mejoradas y resistentes a factores bióticos como son plagas, enfermedades, malezas y una deficiente nutrición en las plantas. Además de factores abióticos como suelos muy salinos, altas y bajas temperaturas.

Siembra

La siembra es un proceso en el cual se toman decisiones sobre algunos aspectos del sistema de producción que posteriormente pueden tener estrecha relación con el rendimiento final. Dentro de éstos podemos mencionar el periodo o fechas de siembra, una alternativa es seleccionar un sistema de producción que incluya riego ya que sembrar en épocas de temporal aumentan las posibilidades de sufrir sequías y por consecuencia disminuir el rendimiento.

De acuerdo con ello, (Contreras, *et al*; 2004) mencionan que el maíz es una planta de elevada susceptibilidad a deficiencias de agua, próximo al estado de floración, por lo cual puede darse una merma en los rendimientos; en consecuencia adquiere importancia el suministro de agua por medio del riego en los periodos críticos del mismo, y así superar periodos transitorios de stress hídrico.

Manejar fechas de siembra es otro factor a considerar ya que en la formación de un híbrido simple, los parentales (líneas) son genéticamente diferentes por lo tanto pueden presentar ciclos distintos y es importante conocer los ciclos de cada uno, de esta manera será más fácil manejarlos. El parental que floreció más tarde (material tardío) se sembrará primero y el material que floreció con menor tiempo (material

precoz) por obvio se sembrará después todo esto con el fin de tener una coincidencia floral que permita la formación de grano.

Densidad de población

Al incrementar la densidad de población se debe tener en cuenta las necesidades nutrimentales mínimas, y tomar en cuenta la meta de rendimiento a alcanzar, ya que al aumentar la densidad de población existe una mayor demanda de nutrientes y por lo tanto la eficiencia del uso de nutrientes se ve afectada (Zamudio-González *et al*; 2015)

De acuerdo con ello (Tadeo-Robledo, *et al*; 2012) evaluaron la influencia de densidades de población y tratamientos con fertilización sobre la producción de semilla de las cruzas simples indicando que la fertilización influyo en forma positiva y significativamente en mayor rendimiento (10 377 kg ha⁻¹), con respecto al manejo sin fertilizar (8769 kg ha⁻¹).

(Peña, *et al*; 2010) evaluaron el efecto de dos dosis de nitrógeno y tres densidades de población sobre el rendimiento de grano y materia seca así como la calidad de forraje de maíces tardíos. Obteniendo como resultado la dosis más alta de N incremento el rendimiento y la materia seca en cuanto a densidades aumentar la densidad de 80 000 a 100 000 plantas por ha⁻¹ se incrementó el rendimiento en 1 t/ha⁻¹ sin en cambio (Mendoza, *et al*; 2003).afirman que densidades altas de población disminuyeron la eficiencia de uso de la radiación que, junto con la ausencia de efectos estadísticos respecto a la aplicación de N, pudo haber decrecido el nitrógeno foliar y, como consecuencia, la producción de clorofila y de materia seca.

Desespigue del Maíz

El desespigue o despanojamiento en maíz es la eliminación de la espiga de la hembra antes de la liberación de su polen. Dicha actividad en la producción de semilla híbrida de maíz juega uno de los papeles más importantes, ya que realizar esta actividad en tiempo y forma permite mantener la calidad genética de la semilla. Sin embargo esta actividad implica inversión de fuertes cantidades de dinero pues el desespigue es de forma manual por lo que requiere, en promedio, entre 24 y 50 jornales ha⁻¹, según uniformidad del suelo y del progenitor femenino, presencia de hijos y facilidad para retirar la espiga (Martínez-Lázaro et al., 2005) citado por (Virgen-Vargas *et al.*, 2016)

Cuando se produce semilla de híbridos de maíz, se requiere poner especial cuidado en el proceso de eliminación del órgano masculino en las plantas hembras, llamado en México desespigue, porque de la correcta aplicación depende en buena medida, mantener la identidad genética del híbrido (Espinoza- Tadeo; 1998).

En la producción de semilla híbrida, la eliminación de la espiga en las cruces simples progenitoras hembra de híbridos de maíz para Valles Altos de México aumenta el rendimiento de semilla y disminuye el porcentaje de semilla chica (Virgen-Vargas *et al.*, 2016).

El rendimiento de semilla aumentó 6.31 % (480 kg ha⁻¹) con la eliminación de la espiga de la planta, comparado con el testigo (sin eliminar la espiga). Esto pudo deberse a que al eliminar la fuente demandante los nutrimentos fueron trasladados al jilote y usados en el desarrollo de la semilla, y disminuyó el porcentaje de semilla chica (10.5 %). (Virgen-Vargas *et al.*; 2016). Complementando lo anterior (Hunter *et al.*, 1969) citado por (Coutiño, 2007) menciona que la eliminación de las

espigas inmaduras de maíz permite que los metabolitos destinados al desarrollo de los granos de polen sean canalizados hacia la formación del grano y al no haber

espigas masculinas, hay más intercepción de luz por las hojas superiores, lo que permite el aumento en la producción de grano.

Calidad de semilla

La calidad de la semilla está dividida en cuatro componentes, calidad física, calidad fisiológica, calidad sanitaria y la calidad genética, esta última es una de las más importantes para los agricultores y las industrias semillas ya que la calidad genética se refiere a la pureza del material, esto incluye que esté libre de plantas fuera de tipo y/o mezclas, para la calidad fisiológica hace referencia a la capacidad que tiene la semilla para germinar, emerger y dar origen a nuevas plantas sanas y vigorosas. La calidad física se asocia con la presencia o ausencia de cualquier contaminante distinto a la semilla. Estos contaminantes pueden ser materiales inertes, semillas de malezas comunes y nocivas, semillas de otros cultivos, insectos, quistes de nemátodos, etc. Por último la calidad sanitaria está conformada con la limpieza o sanidad como bien lo menciona de la semilla, es decir esté libre de hongos, bacterias o virus.

Se dice que la calidad física y fisiológica de la semilla se ve afectada al aumentar las densidades. Sin embargo un estudio realizado por (Raya, *et al*; 2012) al evaluar la calidad física y fisiológica de la semilla en función de la densidad de población en dos híbridos de maíz concluye que los cambios en las densidades de población, no variaron los efectos en ninguna de las características físicas estudiadas respecto al peso volumétrico, semilla pura, peso de 1 000 semillas y las diferentes clases de semillas además la germinación y el vigor como calidad fisiológica, no mostraron diferencias significativas estadísticamente cuando se varió la densidad de población. De igual forma, no existe respuesta diferencial de los genotipos ante los cambios en la densidad poblacional.

Otro estudio realizado por (Pérez, *et al*; 2006) al evaluar el tamaño de la semilla y su relación con su calidad fisiológica en nueve variedades de maíz para forraje

utilizando un diseño factorial en bloques al azar con cuatro repeticiones. Se determinó que la calidad física en variedades de maíz con potencial forrajero fueron el peso de mil semillas y la longitud de la misma. Para la calidad fisiológica en laboratorio, los pesos secos de la plántula y de raíz fueron los de mayor relevancia y en microtúnel el peso seco de la parte aérea y la velocidad de emergencia. Además de que el establecimiento en campo del maíz no fue afectado por el tamaño de semilla (plano grande y medio) sino más bien estuvo determinado por la variedad. Las variables de calidad de semilla más importantes para predecir el establecimiento en campo del maíz con potencial forrajero, fueron el peso de mil semillas, longitud de semilla, velocidad de emergencia y peso seco de la parte aérea.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área experimental.

El presente trabajo de investigación se realizó dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el área correspondiente al Instituto Mexicano del maíz durante el ciclo Primavera-Verano. Dicha región presenta un clima caluroso en primavera-verano, con lluvias en los meses de julio y agosto, sin embargo durante otoño-invierno las temperaturas son muy frías.

Las pruebas de calidad de semillas se llevaron a cabo en el laboratorio del CCDTS de la misma universidad.

Material vegetativo

Los parentales utilizados en el experimento fueron las líneas AN-255M, MLS4-1-1M, para la formación de la hembra del híbrido trilineal AN-447M.

Tratamientos

Los tratamientos estuvieron conformados por las densidades de 83, 333, 103, 000 y 121, 000 plantas/ha⁻¹ del parental hembra (AN-255M)

Cuadro 1. Densidades de población del progenitor femenino del híbrido AN-447M utilizado en la producción de semilla de maíz en IMM, UAAAN, Saltillo, Coahuila en 2015.

Tratamientos	Genotipo	Densidad de población plantas ha ⁻¹
T1	AN-255M	83,333
T2	AN-255M	103,000
T3	AN-255M	121,000

T= tratamientos (1,2 y 3).

Establecimiento del experimento

Preparación del terreno.

La preparación de terreno se realizó de forma manual utilizando azadón pico y rastrillos simulando la labranza de conservación mínima. Primeramente se procedió a eliminar los residuos de cosechas de cereales del ciclo anterior otoño-invierno con la ayuda de los rastrillos, posteriormente se aflojó el suelo con azadones y picos este último se utilizó donde el suelo estaba muy compactado. Por último una vez removido el suelo se procedió a la formación de surcos obteniendo un total de 30 surcos para la colocación de los tratamientos.

Siembra

Durante la siembra para tener una coincidencia floral se manejaron dos diferentes fechas de siembras debido a que la línea (MLS4-1-1M) utilizado como parental masculino es un buen productor de polen, pero la durabilidad de liberación de polen es poca, por lo que se sembró a +3 y +5 días después de la hembra. La relación de siembra fue de 6:2 hembra- macho respectivamente, un día antes de la siembra de cada parental se le aplicó un tratamiento con el insecticida Furadan 300 TS a una dosis recomendada por la etiqueta.

Diseño experimental

Para obtener las densidades deseadas se hizo uso de tres cordeles de 30 m donde cada cordel estaba marcado a diferentes distancias. El primero a 11 cm para obtener la densidad de 121,000 plantas ha⁻¹, el segundo a 13 cm para obtener la densidad de 103,000 plantas ha⁻¹, y el tercero marcado cada 16 cm para obtener la densidad de 83,333 plantas ha⁻¹. Por último se tomó la longitud de los surcos y la distancia entre surcos fue de 75 cm de cada tratamiento que se asignaron al azar. Cabe destacar que cada tratamiento estaba conformado por dos surcos quedando de la siguiente manera: 121,000, 103,000, 83,333, 83,333 121,000 103,000, 103,000, 83,333, 121,000 teniendo un total de dieciocho surcos de los cuales nueve

surcos midieron de 26 m, otro 25m, otros con 25.40 m, 22.70 m, 21.10 m y el resto menos de veinte metros (Figura 1).

SURCOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	♂	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♂	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♂	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♂	♂	♂	♂	♂	♂
			120	120	100	100	80	80			80	80	120	120	100	100			100	100	80	80	120	120						

Figura 1. Diseño de establecimiento del parental hembra y macho en el área experimental.

Manejo agronómico del cultivo

Como manejo agronómico se realizó el aclareo cuando la planta tenía una altura de 25 cm, posteriormente ese mismo día se realizó el aporcado con la ayuda de un azadón, todo con la finalidad de permitirle tener una mayor aireación a las raíces. El descañuele se realizó cuando la planta tenía una altura de aproximadamente 30 cm, esta actividad consistió en eliminar toda planta que se encontrara a una altura menor de 20 cm puesto que estas plantas no nos aseguraban la formación de mazorca o de hacerlo, serían muy tardías. También se llevó a cabo la eliminación de plantas fuera de tipo, todo con el fin de mantener la calidad genética del material sembrado.

Control de plagas y enfermedades

Se realizaron una serie de aplicaciones para el control y prevención de plagas como Trips, (*Frankliniella occidentalis*) dicha plaga se presentó cuando la planta presento sus primeras hojas verdaderas. Para poder combatir dicha plaga se realizaron aplicaciones de Malathion dosis de 1litro/ha⁻¹. Posteriormente cuando la planta tenía una altura de 20 cm aprox. se detectó la presencia de gusano trozador (*Agrotis ipsilon*) dicho insecto provocó la pérdida notable de plantas, por lo que se realizó

una aplicación inmediata de Furadán 350L con una dosis de 2 litros/ha⁻¹ esta aplicación se realizó por inyección del riego por goteo. Posteriormente cuando la planta comenzó formación del cogollo, el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se hizo presente por lo que realizó la aplicación de Malathion dosis de 1litro/ha⁻¹. Además durante el llenado y amarre de elote el gusano elotero (*Helicorpa zea*) para ello se realizó la aplicación de Lorsban 480 con una dosis recomendada de 0.75-1 litro/ha⁻¹. Del mismo modo se realizó la aplicación de Furadan Ultra 5G granulado con una dosis de 20kg/ha⁻¹, para el control del gusano trozador (*Agrotis ípsilon*), hormigas arrieras (*Atta spp.*) cabe mencionar que se presentaron plagas como pulgón de la espiga, y para ello se realizaron las aplicaciones pertinentes para evitar daños mayores. Todas las aplicaciones mencionadas anteriormente se realizaron de acuerdo a la etiqueta de cada producto, y de acuerdo a los monitoreos que se realizaban (Cuadro 2).

Cuadro 2. Fechas de aplicación de los diferentes insecticidas en cada mes.

Insecticidas	Dosis /ha	Fechas de aplicación en el 2015							
		Mayo		Junio		Julio		Agosto	
Lorsban 480	.75-1 L				23	10	17	10	
Malathion	1 L		28	23	30	5	23	3	
Furadan 350L	2 L			1	21		26		
Furadan Ultra 5G (granulado)	20 kg		25	10					

En cuanto al control de las enfermedades no se presentó ninguna enfermedad causada por microorganismos causados por hongos, bacterias y virus.

Fertilización

La dosis de fertilización general fue de 320-220-70-66 de N-P-K-S respectivamente, la fertilización de base se llevó a cabo durante la siembra de los parentales, donde se aplicó solo la mitad de N y el resto de los elementos fue completo, obteniendo la dosis de 160-220-70-66 de N-P-K-S.

La segunda fertilización se aplicó después del aclareo de plantas, es decir cuando ya se tenía la densidad de plantas requerida. La dosis de fertilización fue a base de N y S y fue 160-00-00-182, las aplicaciones se realizaron de forma manual y de manera uniforme por cada surco. Para calcular las dosis de fertilización de cada surco se hicieron los cálculos por reglas de tres simples y basándose en la dosis general de fertilización.

Cuadro 3.- Unidades de fertilización y peso (kg) de cada fertilizante en relación al área cuadrada sembrada de los tratamientos.

Parental	No. surcos	Fertilización	Área (m ²)	T17 (17-17-17)	MAP (11-52-00)	S.A (21-00-00-24)
♀	3	Base (15-May-2015)	19.725	0.813	0.568	0.544
♀	3	Base (15-May-2015)	19.65	0.809	0.565	0.542
♀	2	Base (15-May-2015)	19.8	0.815	0.570	0.546
♀	1	Base (15-May-2015)	19.95	0.822	0.574	0.551
♀	1	Base (15-May-2015)	19.05	0.785	0.549	0.526
♀	1	Base (15-May-2015)	20.025	0.825	0.577	0.553
♀	1	Base (15-May-2015)	15.825	0.652	0.456	0.437

♀	1	Base (15-May-2015)	12.825	0.528	0.369	0.354
♀	2	Base (15-May-2015)	11.4	0.470	0.329	0.315
♀	1	Base (15-May-2015)	10.05	0.414	0.289	0.277
♀	1	Base (15-May-2015)	9.225	0.380	0.266	0.255
♀	1	Base (15-May-2015)	8.4	0.346	0.242	0.232
♂	6	Base (18-May-2015)	19.875	0.818	0.572	0.549
♂	6	Base (18-May-2015)	7.425	0.306	0.214	0.205
♀	3	Desarrollo (26-Jun-2015)	19.725	0.0	0.0	1.5030
♀	3	Desarrollo (26-Jun-2015)	19.65	0.0	0.0	1.497
♀	2	Desarrollo (26-Jun-2015)	19.8	0.0	0.0	1.508
♀	1	Desarrollo (26-Jun-2015)	19.95	0.0	0.0	1.520
♀	1	Desarrollo (26-Jun-2015)	19.05	0.0	0.0	1.451
♀	1	Desarrollo (26-Jun-2015)	20.025	0.0	0.0	1.525
♀	1	Desarrollo (26-Jun-2015)	15.825	0.0	0.0	1.205
♀	1	Desarrollo (26-Jun-2015)	12.825	0.0	0.0	0.977
♀	2	Desarrollo (26-Jun-2015)	11.412	0.0	0.0	0.868
♀	1	Desarrollo (26-Jun-2015)	10.05	0.0	0.0	0.765

♀	1	Desarrollo (26-Jun-2015)	9.225	0.0	0.0	0.702
♀	1	Desarrollo (26-Jun-2015)	8.4	0.0	0.0	0.640
♂	6	Desarrollo (26-Jun-2015)	19.875	0.0	0.0	1.520
♂	6	Desarrollo (26-Jun-2015)	7.425	0.0	0.0	566

Desespigue en hembra

La eliminación del órgano masculino en las hembras se realizó cuando las espigas aún estaban tiernas, de forma manual, en la primera pasada se eliminó al menos un sesenta por ciento dejando aún espigas remanentes por lo cual se siguió desespigando de manera diaria hasta que se aseguró de que el lote estuviera libre de espigas en el parental hembra. En el caso del parental macho una vez terminada la floración no se procedió a eliminar y mantuvo hasta la formación de grano con el fin de recuperar semilla, para ello se realizaron cuidados estrictos para evitar durante la cosecha la contaminación con plantas fuera de tipo que afectara la calidad genética de la semilla.

Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual usando arpillas tipo red, estas se utilizaron para la recolección de las mazorcas de ambos parentales, para ello a cada una se le introdujo una etiqueta para poder identificar los tratamientos y el número de repeticiones que le correspondiera. En el caso del parental macho no fue necesario la elaboración de etiquetas para su identificación ya que éste se recolectó y se depositó todo en una misma arpillera.

Parámetros evaluados

Rendimiento de semilla

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

Calidad de semilla

Estimación de la proporción de formas y tamaños de semilla

Para la clasificación de las semillas, se tomaron de 2 kg de cada tratamiento de sacos que tenían muestras homogéneas de 6 kg aproximadamente, dichas muestras se llevaron a laboratorio para la clasificarlas. Primero se utilizó la criba de forma oblonga para separar las semillas planas y redondas, posteriormente de acuerdo al peso que se obtuvo con esta clasificación se calculó el porcentaje que representaba cada muestra, con reglas de tres simples, tomando en cuenta que la muestra de dos kg era el 100 por ciento.

Cuadro 4. Proporción general de semillas por formas de la muestra de los tratamientos, en relación a dos kg como 100%.

	MUESTRA (Kg)	SP (Kg)	SP (%)	SB (kg)	SB (%)
83,333 Plantas ha ⁻¹	2	1.426	71.3	0.574	28.7
103,000 Plantas ha ⁻¹	2	1.470	73.5	0.530	26.5
121,000 Plantas ha ⁻¹	2	1.455	72.75	0.545	27.25

SP= Semilla plana, SB= semilla bola, muestra 2 kg.

Clasificación por tamaño

Después de la clasificación de semillas por forma, se continuó con la clasificación de semillas de acuerdo al tamaño donde se utilizaron las siguientes cribas grande (23/64), mediano (21/64) y chico (18/64), estimando así el porcentaje de la semilla por forma y tamaños (Cuadro 4.1)

Cuadro 4.1.- Clasificación de las semillas y porcentaje de acuerdo al tamaño y forma en tres diferentes cribas (23/64, 21/64, 18/64) grande, mediana y chica respectivamente.

	CRIBAS	SP (Kg)	SP (%)	SB (kg)	SB (%)
83,333 Plantas ha	G 23/64	0.546	27.3	0.150	7.5
	M 21/64	0.578	28.9	0.285	14.25
	CH 18/64	0.302	15.1	0.139	6.95
103,000 Plantas ha	G 23/64	0.572	28.6	0.143	7.15
	M 21/64	0.595	29.7	0.238	11.9
	CH 18/64	0.303	15.15	0.149	7.45
121,000 Plantas ha	G 23/64	0.628	31.4	0.156	7.8
	M 21/64	0.575	28.75	0.233	11.65
	CH 18/64	0.252	12.6	0.156	7.8

G, M, CH= Grande Mediano y Chico, SP=semilla plana, SB=semilla bola.

Calidad Fisiológica

Germinación estándar

Esta prueba se llevó a cabo con la semilla clasificada de los tratamientos, tamaño grande forma plano. Para la prueba se utilizó papel de germinación, con la ayuda de un marcador permanente se anotaron los siguientes datos número de tratamiento, repetición y la fecha de prueba. Antes de humedecer el papel se desinfecto el área de trabajo con cloro al 2 por ciento. Después en un recipiente se remojó el papel germinativo y se le colocaron las semillas en una hilera con distancias de 5 cm del borde superior, dejando un espacio entre 2-3 cm a los lados. Posteriormente una vez dejado el espacio sugerido se colocaron 25 semillas. Cabe

mencionar que las semillas utilizadas fueron tratadas con un fungicida (Captan) con el fin de evitar la propagación de hongos durante el proceso de germinación. Una vez colocadas todas las semillas se remojó un papel más y se cubrieron las semillas. Por último se enrolló el papel sin apretar, tratando de dejar visible los datos que se le escribieron y se colocaron en una bolsa de plástico. Se llevaron a una cámara de germinación con una temperatura de 25°C a luz constante y cada tercer día se les aplicaba agua destilada para evitar que perdiera humedad.

Se dejaron durante siete días, pasados éstos, se procedió a tomar datos contabilizando el total de semillas germinadas, el total de plantas normales y anormales y de esta manera con los datos que se obtuvieron se procedió a obtener los porcentajes de germinación de las semillas mediante el procedimiento de una regla de tres simple.

Longitud de plúmula

Esta variable se midió una vez que se habían tomado todos los datos de germinación. Con la ayuda de una regla se midió la longitud de plúmula de cada semilla germinada posterior a ello se estimó la media sumando todas las medidas de la plúmula entre el mismo número.

Longitud de radícula

De la misma manera, con la ayuda de una regla se tomó la longitud de la radícula de cada semilla germinada. La raíz que se tomó en cuenta fue la principal, es decir la más larga. Por último se calculó la longitud media de radícula sumando todas las medidas y dividiéndolas entre el mismo número.

Peso seco

Una vez tomado todos los datos requeridos, la radícula y plúmula de cada tratamiento y repetición se colocaron en sobres de papel previamente pesados y se colocaron en una estufa de secado a 65°C durante 24 horas. Esto con la finalidad

de que perdiera el mayor contenido de agua para así poder determinar el contenido de materia seca.

La materia seca y los sobrecitos se pesaron en una báscula analítica y de esta manera se obtuvo la materia seca total.

Diseño Experimental

Análisis estadístico.

El presente experimento se realizó mediante un diseño experimental de bloques completos al azar, donde los tratamientos corresponden a las densidades evaluadas con tres repeticiones por tratamiento, los datos obtenidos se analizaron en el software SAS versión 9.0.

El modelo estadístico del diseño es el siguiente:

Modelo lineal

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} =Error experimental en la unidad j del tratamiento i

Para la comparación de los cuadrados medios se utilizó la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variable de campo

Rendimiento de la semilla

Como se muestra en el (Cuadro 5) de análisis para la variable de rendimiento hubo diferencias significativas ($\alpha = 0.05$) en la tabla de Fisher entre tratamientos, lo cual demuestra que las densidades de población influyeron en el rendimiento de la semilla. Para las repeticiones, se encontraron diferencias altamente significativas ($\alpha = 0.01$) lo que demuestra que todos los tratamientos fueron totalmente diferentes. La densidad de 121,000 plantas ha^{-1} obtuvo el mayor rendimiento con 8.32 t ha^{-1} , seguido por la de 103,000 plantas ha^{-1} con 8.16 t ha^{-1} y la del valor más bajo fue la densidad de 83,333 plantas ha^{-1} teniendo un rendimiento de 7.38 t ha^{-1} . Sin embargo estadísticamente todas las densidades son iguales.

Estos resultados demuestran que al aumentar las densidades de población se obtiene una respuesta favorable incrementando el rendimiento de semilla.

Estos resultados pueden deberse al potencial genético del material y la tolerancia de la misma a altas densidades de población.

Se han realizado numerosos trabajos para estudiar el rendimiento a través el incremento de las densidades de población. Estos resultados concuerdan con (De la Cruz *et al*; 2009) que determinaron el efecto de la densidad de población sobre el rendimiento en grano, obteniendo como resultado que el incremento en densidad de 44 289 a 66 500 plantas ha^{-1} aumentó el rendimiento de grano en 941 kg ha^{-1} (28.4 %) siendo los genotipos más sobresalientes las 21, 23, 25, 43, y HS- 3G1. Otro estudio realizado por (Vargas, 2009) donde evaluó dos híbridos parentales experimentales denominados genotipo DAS1 y DAS 2; de Dow AgroSciences, en donde sometió a tres densidades; 80,000, 90,000, 100,000 plantas ha^{-1} , encontrando diferencias altamente significativas ($\alpha = 0.01$) entre las densidades que

influyeron en el rendimiento de las semillas, sobresaliendo el tratamiento de 100,000 plantas ha⁻¹ obteniendo el mayor rendimiento con 3.19 t ha⁻¹, seguido por 90,000 plantas ha⁻¹ con 3 t ha⁻¹ y con menor rendimiento 80,000 plantas ha⁻¹ con un rendimiento menor a 2.61 t ha⁻¹.

Cuadro 5.- cuadrados medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general del rendimiento, evaluada en la producción de la hembra del híbrido trilineal AN-447M en Saltillo, Coahuila, 2015

F.V.	G.L	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
TRAT	17	33.5600	1.9741	3.40 *	3.28	5.29
BLOQUES	2	14.3272	7.1636	12.33**	1.89	2.47
ERROR	34	19.7604	0.5811			
TOTAL	53	67.6477				
C.V (%)	9.580					
MEDIA GENERAL	8.324					

Cuadro 5.1- Comparación de medias de los tratamientos para la variable de rendimiento de la hembra del híbrido trilineal en Saltillo, Coahuila, 2015.

Agrupamiento Tukey			Media	Tratamiento
A			9.4913	14
A			9.1480	17
A	B	C	8.6777	1
A	B	C	8.5823	16
A	B	C	8.5473	2
A	B	C	8.5273	4
A	B	C	8.2663	11
A	B	C	8.0620	13
A	B	C	8.0230	10

A	B	C	7.8990	3
A	B	C	7.8907	9
A	B	C	7.8520	15
A	B	C	7.6613	18
A	B	C	7.3613	5
	B	C	6.9073	8
	B	C	6.8113	7
		C	6.7713	6
		C	6.7580	12

ABC= grupos estadísticos (Tukey 0.05).

Cuadro 5.2.- Distribución de los tratamientos finales

Tratamiento	Media	Posición	Agrupamiento
120	8.6125	2	A
100	8.2131	5	A
80	7.0663	8	A
80	6.8593	9	A
120	7.9568	6	A
100	7.5121	7	A
100	8.7766	1	A
80	8.2171	4	A
120	8.4046	3	A

Cuadro 5.3- comparación de medias de las tres densidades

Tratamiento	Media	Posición	Agrupamiento
80*	7.3809	3	A
100*	8.1672	2	A
120*	8.3246	1	A

DMS: 2.3442

* = concentración de medias de 18 repeticiones.

Calidad de la semilla

Proporciones de la forma y tamaño de semilla

Para estimar el porcentaje de esta variable se consideraron dos formas de semilla: redondas (SR), planas, (SP), como se puede observar en el (Cuadro 6) los porcentajes y rendimientos de semillas bolas respecto a las semillas planas de cada tratamiento, así como también sus tamaños, se puede observar que en la densidad de 103, 000 plantas ha⁻¹ presento un 73.5 por ciento de semillas planas superando así al porcentaje de semillas de redondas ya que estas obtuvieron un 26.5 por ciento, el tratamiento de 121,000 plantas ha⁻¹ obtuvo un 72.75 por ciento de semilla plana mientras que de semilla redonda comparado con un 27.25 por ciento, de semilla redonda, esto indica que al aumentar las densidades de 103,000 a 121,000 plantas ha⁻¹ el porcentaje de semilla planas disminuye un 0.75 por ciento, sin embargo en cuanto a la proporción de semilla redonda al aumentar las densidades antes mencionadas se observa que el porcentaje de semilla redonda aumenta en un 0.75 por ciento, para la densidad de 83,333 plantas ha⁻¹ el porcentaje de semilla plana disminuye un 2.2 por ciento respecto a la densidad de 103,000 plantas ha⁻¹ que obtiene un mayor porcentaje de semilla plana, por otro lado el porcentaje de semilla redonda aumenta un 2.2 por ciento respecto a la densidad de 103,000 plantas ha⁻¹ que obtiene el porcentaje menor en semilla redonda.

Cuadro 6.- Porcentajes y pesos de la proporción de formas y tamaños de semillas de las tres densidades del parental hembra del híbrido simple.

TRAT	REND	CRIBAS	SB (ton)	SB (%)	SP (ton)	SP (%)
83,333 plantas ha ⁻¹	7.380 t ha ⁻¹	Tamaños	2.119	28.7	5.261	71.3
		G 23/64	0.456	7.5	2.014	27.3
		M 21/64	1.048	14.25	2.132	28.9
		CH 18/64	0.513	6.95	1.114	15.1
		Tamaños	2.164	26.5	6.002	73.5
		G 23/64	0.583	7.15	2.335	28.6

103,000 plantas ha ⁻¹	8.167 t ha ⁻¹	M 21/64	0.971	11.9	2.430	29.75
		CH 18/64	0.608	7.45	1.237	15.15
121,000 plantas ha ⁻¹	8.329 t ha ⁻¹	Tamaños	2.269	27.25	6.059	72.75
		G 23/64	0.649	7.8	2.615	31.4
		M 21/64	0.970	11.65	2.394	28.75
		CH 18/64	0.649	7.8	1.049	12.6

Trat= tratamiento, rend= Rendimiento, SP= Semilla plana, SB= Semilla bola, ton=toneladas, (G, M, CH), tamaños de la semilla grande, mediano y chico respectivamente.

Calidad Fisiológica

Germinación estándar

En esta variable el porcentaje de germinación no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y las repeticiones, (Cuadro 7) de acuerdo a la agrupación de Tukey, esto demuestra que las densidades no influyeron en las pruebas de germinación. Sin en cambio numéricamente las medias de los porcentajes de germinación del tratamiento de 83,333 plantas ha⁻¹ obtuvo el porcentaje de más alto con un 99% seguido por la densidad de 103,000 plantas ha⁻¹ con 98% y por último la densidad de 121,000 plantas ha⁻¹ con un 96% de germinación. (Cuadro 7.1)

Longitud media de plúmula

Los análisis de varianza muestran que las densidades influyeron en las variables de longitud de semilla plúmula para la semilla plana (LPSP) (Cuadro 7), los cuadrados medios no muestra significancia entre las repeticiones, sin embargo entre los tratamientos hubo diferencia significativa a $P \leq 0.01$, por lo que muestra que estadísticamente que los tratamientos no son iguales. De acuerdo a la prueba de medias de (Tukey 0.05) la densidad de 83,333 plantas ha⁻¹ mostró una longitud de 10.04 cm siendo esta la más alta, seguida por la densidad de 103,000 plantas ha⁻¹ con una longitud media de 9.06 cm, por último se tiene a la densidad de 121,000 plantas ha⁻¹ con una longitud de 6.75 cm.

Longitud media de radícula

Para la longitud media de radícula de semilla plana (LRSP) estadísticamente no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos y repeticiones. Esto indica que la longitud de la raíz no se ve afectada al aumentar las densidades de población, sin embargo numéricamente de acuerdo la densidad de 83,333 plantas ha⁻¹ fue la que obtuvo la media de 19.482 cm con la media de radícula más alta, seguido de la densidad de 103, 000 plantas ha⁻¹ con 18.43 cm y por último la densidad de 121,000 con una longitud media de 17.43 cm. Esto indica que al aumentar la densidad de 83,333 a 121, 000 plantas ha⁻¹ la longitud de la radícula disminuye 2.05 cm.

Peso seco

Para esta variable se encontró un diferencia significativa en cuanto a los tratamientos, sin en cambio entre las repeticiones no se encontró diferencia significativa. Esto indica que las densidades si afectan la producción de materia seca, siendo la de plantas 83,333 ha⁻¹ la densidad óptima para la producción de materia seca con una media de 2.256 gr seguida por la densidad de 103, 000 plantas ha⁻¹, con 2.222 gr y por último la densidad de 121,000 plantas ha⁻¹ con 2.101 gr.

Cuadro 7.-Cuadrados medios del análisis de varianza y coeficiente de variación de las variables de calidad fisiológica, en la producción de la hembra del híbrido trilineal del híbrido AN-447M en Saltillo Coahuila, 2015.

FV	GL	PGSP	LPSP	LRSP	PSSP
Bloques	3	4.888	0.4184	2.487	0.059
Tratamientos	2	9.333	11.408	4.178	0.026
Error	6	12.888	1.331	2.413	0.137
C.V.		3.675	13.385	8.417	6.890

C.V.= coeficiente de variación, PSSP= Porcentaje de germinación de semillas planas, LPSP= Longitud de plúmula de semilla plana, LRSP= Longitud de radícula de semilla plana, PSSP= Peso seco de semilla plana

Cuadro 7.1.- Medias de los tratamientos para la germinación estándar evaluando la semilla de forma plana y tamaño grande, para la producción de semilla de maíz en la UAAAN, 2015.

Densidad de población plantas ha ⁻¹	PGSP (%)	LPSP (cm)	LRSP (cm)	PSSP (cm)
83,333	99	10.043 A	19.482	2.256 A
103,000	96	9.06 AB	18.435	2.222 AB
121,000	98	6.75 B	17.438	2.101 B
DMS	7.788	2.502	3.369	0.327

DMS= Diferencia mínima significativa, PSSP= Porcentaje de germinación de semillas planas, LPSP= Longitud de plúmula de semilla plana, LRSP= Longitud de radícula de semilla plana, PSSP= Peso seco de semilla plana.

Estos resultados coinciden con (Raya, *et al*; 2012) donde evaluaron el efecto de las densidades en los caracteres de las variedades como calidad física y fisiológica de la semilla, las densidades evaluadas fueron 52 630, 65 789, 78 789, 92 013 y 105 263 plantas ha⁻¹ en el campo experimental del Instituto Tecnológico de Roque, Guanajuato, obteniendo como resultados en calidad fisiológica que estos no son influenciados por las densidades de población, por lo que deben ser controladas genéticamente; ya que la germinación y el vigor, no mostraron diferencias significativas estadísticamente cuando se varió la densidad de población. De igual forma, no existe respuesta diferencial de los genotipos ante los cambios en la densidad poblacional.

Estudio financiero

El presente estudio se realizó en base al contrato de producción de semilla híbrida de maíz de la UAAAN, para la producción del parental hembra del híbrido trilineal AN-447M.

En las cláusulas del contrato menciona que el productor se compromete a la siembra de los parentales, se le otorgan las semillas de los parentales sin costo al productor, se compromete a mantener libre de malezas, plagas y enfermedades en todo el ciclo, eliminar los surcos de macho una vez concluida la floración y cumplir adecuadamente las indicaciones por el técnico encargado.

Por su parte la UAAAN (empresa) se compromete a pagar actividades como; desespigue, desmezcle, aclareos, en el progenitor hembra, también realizara trámites para la inscripción del lote de producción de semillas certificada ante el SNICS, además de otorgar asesoría y supervisión en el lote de producción de semillas.

En dado caso que el lote de producción de semillas, se diera de baja por razones de siniestralidad, fallas técnicas o incumplimiento de las normas del SNICS, el técnico dictaminara lo necesario, si estas fallas fueran imputables al productor, este se obliga a pagar la semilla de los progenitores establecidas en el lote.

El volumen de la materia prima que resulte de la cosecha, será adquirida por la UAAAN a razón de \$4,500.00 (cuatro mil quinientos pesos 00/100 M.N.) por tonelada, en un contenido de humedad de la semilla en promedio de 14 por ciento.

Cuadro 8.- Gastos de producción del parental hembra del híbrido trilineal AN-447M pagados por el productor

Denominación	Precio/ ha⁻¹
Barbecho	1500.00
Rastra (2)	1500.00
Surcado	800.00
Siembra y fertilización	900.00
Primer cultivo	900.00
Segundo cultivo fertilización	900.00
Aplicación de insecticidas (2)	1,000.00

Compra de insecticidas	2,000.00
Riegos (4)	7,200.00
Maquilas	2,000.00
Fertilizantes (300-200-100) NPK.	
Triple 17 (17-17-17) NPK.	7,056.00
MAP(11-52-00)	2,112.00
Sulfato de amonio (21-00-00-24)	852.00
Urea (46-00-00) 2 ^{da} fertilización	2,360.00
Cosecha	2,000.00
Fletes	3,500.00
Total	36,580.00

Cuadro 8.1.- Costos para la producción del parental hembra del híbrido trilineal AN-447M pagados por la UAAAN.

Denominación	Precio/ha
Jornales (desespigue, aclareos, desmezcle)	9,900.00
Costo/ha de materia prima	94,024.35
Semilla básica (parentales HM 45kg)	12,150.00
SNICS (certificado, etiquetas)	2,049.00
Clasificación de semilla, tratamiento, envasado, almacenamiento por 30-40 días.	16,495.50
Envase	8,745.00
Insecticida para la semilla	8,000.00
Viáticos (técnico encargado)	15,000.00
Maquilas y servicios eventuales	10,000.00
Fletes y maniobras	5,000.00
Materiales y útiles de impresión (cartulinas, pilas, impresora)	500.00
Total	181,863.00

Cuadro 8.2.- Clasificación de las semillas en sus diferentes formas y tamaños del parental hembra del híbrido trilineal AN-447M.

Categorías	Sacos	Peso/costal	Peso total	Precio por saco	Precio total
P. grande	91.4	20	1,828	5,400.00	493,560.00
P. mediano	97.7	17	1,660.9	5,400.00	527,580.00
P. chico	49	15	735	5,400.00	264,600.00
R. grande	23	20	460	5,400.00	124,200.00
R. mediano	39.5	17	671.5	5,400.00	213,300.00
R. chico	30.2	15	453	5,400.00	163,080.00
Total	331		5,807.9		1,786,320.00

Rendimiento de 8.324 -30% de pérdidas de post-cosecha= 5.827 toneladas.

Cuadro 8.3.- Ganancia total de la producción del parental hembra del híbrido trilineal AN-447M.

Denominación	Precio/ha
Clasificación de las semillas en sus diferentes formas y tamaños del parental hembra.	1,786,320.00
Costo total de producción parental hembra.	181,863.00
Ganancia total	1,574,457 .00

CONCLUSIONES

De acuerdo al objetivo e hipótesis planteada en la presente investigación y con base a los resultados analizados, se concluye lo siguiente:

La densidad de población de 121,000 plantas ha⁻¹ fue la que obtuvo el mejor rendimiento por lo que se acepta la hipótesis planteada al inicio de la investigación.

Las pruebas de germinación indican que todos los tratamientos cuentan con los estándares de calidad aceptables con más del 85% de germinación, para producir una población uniforme y vigorosa.

Las mejores longitudes para plúmula y radícula fueron para la densidad de 83,333 plantas ha⁻¹

La calidad fisiológica no se vio afectada al aumentar la densidad de población, por lo que se creó que son controlados genéticamente.

Al término del análisis financiero, las modalidades del contrato para la producción del parental hembra AN-255M y después de definir los gastos se concluye que es altamente rentable vender la semilla del parental hembra al establecerla en una densidad de 121,000 plantas ha⁻¹ con un rendimiento de 5.827 ton ha⁻¹ castigado al 30 %.

LITERATURA CITADA

- Arias, M.D. y J.J. Sánchez, G. 1997. Diversidad genética y flujo genético entre especies de *Zea* en México. ***In:*** memoria del taller sobre maíz transgénico. 31 p.
- Contreras, M., Zini E., Currie H.M. 2004. Los rendimientos del cultivo de maíz en dos sistemas de riego y algunos indicadores de productividad. Universidad Nacional del Noreste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Resumen A-046.
- Coutiño, E, B., Torres, M, B., Velázquez, A, J, F. Evaluación del desespigue en el rendimiento de grano de maíces (*Zea mays* L.) criollos de Chiapas. Quehacer científico en Chiapas 1(3): 26-31.
- De la Cruz, E.,H.C. Cordoba. H.I.,Orellana. M y B Estrada 2009. Rendimiento de grano de genotipo de maíz sembrado bajo tres densidades de población. Revista Fitotecnia Mexicana 25(1):93-98.
- Espinosa C, A., Ortiz C, J., Ramírez F., A., Gómez M., N. O. y Martínez G., A. 1998. Estabilidad y comportamiento de líneas *per se* y cruzas de maíz en la producción de semilla. Agric. Téc. Méx. 24 (I):27–36.
- Espinosa, C, A., Tadeo, R, M., Turrent, F, A. Concentración de la oferta de semillas mejoradas de maíz. 2010. La jornada del campo. <http://www.jornada.unam.mx/2010/03/13/oferta.html>
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 2015. Panorama agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61952/Panorama_Agroalimentario_Ma_z_2015.pdf
- Mendoza, E, M., Mosqueda, V, C., Rangel, L, J, A., López B, A., Rodríguez, H, S, A., Latournerie, M, L., Moreno, M, E. Densidad de población y fertilización

nitrogenada en la clorofila, materia seca y rendimiento de maíz normal y qpm*. Agricultura Técnica en México., 32,(1): 89-99.

Pérez, M, C., Hernández, L, A., González, C, F., García, S, G., Carballo, C, A., Vásquez, R, T, R. y Tovar, G, M, R. 2002. Tamaño de semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. Agricultura Técnica en México., 32, (3): 341-352.

Raya, P, J, C., Aguirre, M, C, L., Medina, O, J, G., Ramírez, P, J, G., Andrío, E, E., Castellanos, S, A. y Covarrubias, P, J. 201. Calidad física y fisiológica de semillas en función de la densidad de población en dos híbridos de maíz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. .3 (.4): 633-641.

Tadeo, R, M., Espinosa, C, A., Chimal, N., Arteaga, E, I., Trejo, P, V., Canales, I, E., Sierras, M, M., Valdivia, B, R., Gomez, M, N,O., Palafox, Caballero, A., Zamudio, G, B. 2012 Densidad de población y fertilización en híbridos de maíz androestériles y fértiles. Terra latinoamericana 30(2): 157-164.

USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), 2016, Producción mundial del maíz. <https://www.produccionmundialmaiz.com/default.asp>

Vargas, C, R, V. 2009. Densidad de población en hembras de maíz para la producción y calidad de semilla en Sayula, Jalisco. UAAAN. 33-37.

Virgen, V, J., Zepeda, B, R., Ávila, P, M, A., Rojas, M, I., Espinosa, C, A., Gámez, V, M, A. Desespigamiento en cruza simples progenitoras de maíz (*Zea mays* L.). Agrociencia. 50 (1):43-59

Zamudio, G, B., Espinoza, C, A., Tadeo, R, M., Encastín, D, J., Martínez, R, J, N., Félix, R, A., Cárdenas, M, A, L. y Turrent, F, A. 2011. Producción de híbridos y variedades de maíz para grano en siembra a doble hilera. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.6 (7):1491-1505.