

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

Por:

DONALDO TEPOLE GARCÍA

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 Hembra de Maíz Para la
Producción y Calidad de la Semilla

Por:

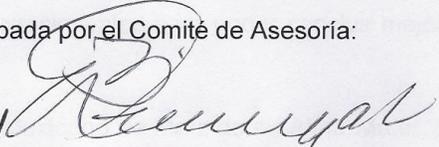
DONALDO TEPOLE GARCÍA

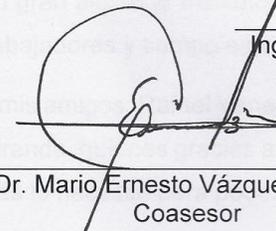
TESIS

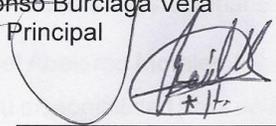
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera
Asesor Principal


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coasesor


Ing. Raúl Gándara Huitrón
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2017

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios y a mi querida “Alma Mater” por permitirme concluir una etapa más en mi formación profesional, a sus servicios extraordinarios que sirvieron de gran apoyo.

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 Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo por brindar el apoyo y la oportunidad de realizar trabajos en laboratorio, por su asesoría con el fin de apoyo para esta investigación y permitirme ir de semestre de campo a una empresa de excelencia, y así poder adquirir más conocimientos para poder concluir mejor mi trabajo de investigación.

Un gran afecto al Instituto Mexicano de Maíz de mi Alma Mater, ya que sin sus trabajadores y tiempo este trabajo fuese finalizado satisfactoriamente.

A mis amigos; Rafael Venegas Rivera, Noel Abelardo Morales Alva, Misael Pérez Miranda, quienes gracias a su amistad y su disponibilidad para apoyarme cuando más lo necesite para poder lograr esta investigación.

DEDICATORIA

A Dios Por la fortaleza, paz y fe de que cada día es un regalo y un milagro para seguir adelante, por haberme permitido la vida, la oportunidad de haber tenido una familia que me enseñó todo lo bueno en esta vida.

A mis padres

Hortensia Tepole García, Pedro Tepole García, Antonino Vela Morales

Quienes, gracias a sus consejos de superación, honestidad, respeto y de trabajo, me orientaron hacer una persona de bien para poder lograr grandes cosas, también por el apoyo económico que obtenían de un trabajo duro para que yo culminara una etapa importante más en mi vida.

A mis tíos

A mis tíos; Judith Tepole García, Virginia Tepole García y Raúl Tepole García y en especial a mi tía Rosa Elba Tepole García, que gracias a su experiencia conocí a mi “alma mater” y pude adquirir todo los conocimientos por los más grandes profesores.

A mis hermanos

Gracias Aurora Vela Morales y Gregorio Vela Morales, quienes fueron mi fuente de fuerza e inspiración para seguir adelante y ser así yo un buen ejemplo a seguir.

Mi querida novia

Porque no solo fue una novia, si no mi mejor amiga, por el apoyo incondicional, consejos y por haber estado en los buenos y malos momentos de mi vida.

RESUMEN

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

POR

DONALDO TEPOLE GARCÍA

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 experimento se desarrolló en el 2015, 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 determinar la densidad de población en hembras de maíz, para la producción de semilla del híbrido AN-447M, sembrada en tres densidades; 83,333, 103,000 y 121,000 plantas ha⁻¹. Las densidades constituyeron los tratamientos con tres repeticiones en un diseño de bloques completos al azar. En los análisis indicaron que la densidad ideal fue de 103,000 plantas ha⁻¹ con 12.937 toneladas de semillas ha⁻¹, sin embargo se realizó una clasificación de semillas mediante cribas, para estimar la proporción de formas y tamaños de las semillas se obtuvo

que la densidad de 83,333 plantas ha^{-1} mostró un porcentaje más alto en el rendimiento de semillas planas con 74.72 por ciento, sin embargo el porcentaje más alto en el rendimiento de semilla bola fue la densidad de 121,000 plantas ha^{-1} con 28.28 por ciento, también se obtuvo el porcentaje de los tres tamaños; grande, mediano y chico, de la forma plana y bola de la semilla. Se realizó pruebas en laboratorio para evaluar la calidad física y fisiológica, los análisis no mostraron diferencias en el porcentaje de germinación a 83,333 y 103,000 plantas ha^{-1} con 96 por ciento y la densidad de 121,000 plantas ha^{-1} con 95 por ciento, en la prueba de longitud media de la plúmula, la mayor longitud fue 11.09 cm en la densidad 83,333 plantas ha^{-1} y la media más baja en la densidad de 121,000 plantas ha^{-1} con 9.04 cm longitud, pero en la longitud media de la radícula, el valor más alto fue de la densidad de 121,000 plantas ha^{-1} con 21.89 cm, y la media más baja de 20.44 en la densidad de 83,333 plantas ha^{-1} . En la prueba de peso seco el valor más alto fue de 2.254 gr del tratamiento 83,333 plantas ha^{-1} y el de menor peso de materia seca fue de 1.934 gr en la densidad 103,000 plantas ha^{-1} .

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Densidades de población del progenitor hembra del híbrido AN-447M utilizado en la producción de semilla de maíz en IMM, UAAAN, Saltillo, Coahuila en 2015.....	8
2	Días de aplicación de los diferentes insecticidas en sus respectivos meses.....	11
3	Unidades de fertilización y peso (kg) de cada fertilizante en relación al área cuadrada sembrada de los tratamientos....	12
4	Proporción general de semillas por formas de la muestra de los tratamientos, en relación a 2 kg como el 100%.....	14
4.1	Clasificación de las semillas y porcentaje de acuerdo el tamaño de cada forma en tres diferentes cribas (23/64, 21/64, 18/64) grande, mediana y chica respectivamente....	14
5	Cuadros medios del análisis de varianza, coeficiente de variación, media general del rendimiento, evaluada en la producción del híbrido AN-447M en Saltillo, Coahuila, 2015.	19
5.1	Medias de los tratamientos por surco para rendimiento en la producción del híbrido AN-447M en Saltillo, Coahuila, 2015.....	19
5.2	Medias de los dos surco de los tratamientos para rendimiento en la producción del híbrido AN-447M en Saltillo, Coahuila, 2015....	20
5.3	Medias generales de los tratamientos, para rendimiento en la producción del híbrido AN-447M en Saltillo, Coahuila, 2015.....	21
6	Porcentaje y peso de la proporción de formas y tamaños de semillas de las tres densidades de la hembra.....	22

7	Cuadrados medios de análisis de varianza, coeficiente de variación, media general de las variables de calidad fisiológica del híbrido AN-447M en Saltillo, Coahuila, 2015.....	24
7.1	Medias de los tratamientos para las variables de calidad fisiológica del híbrido AN-447M en Saltillo, Coahuila, 2015.....	25
8	Gastos de producción del híbrido AN-447M subsidiados por el productor.....	26
8.1	Costos para la producción del híbrido AN-447M subsidiados por la UAAAN.....	27
8.2	Beneficio obtenidos por los sacos de semillas en sus diferentes formas y tamaños del híbrido AN-447M.....	28
8.3	Ganancia total de la producción del híbrido AN-447M.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Establecimiento del parental hembra y macho en el área experimental.....	10
2	Comportamiento del rendimiento de semillas de las tres densidades en la hembra y línea de tendencia del rendimiento y proporción de semillas planas.....	22

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
Ubicación del área experimental.....	8
Material vegetativo.....	8
Tratamientos.....	8
ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO.....	9
Preparación del terreno.....	9
Siembra.....	9
Diseño experimental.....	9
Manejo agronómico del cultivo.....	10
Control de plagas	10
Fertilización.....	11
Desespigue en la hembra.....	12
Cosecha.....	13
PARÁMETROS EVALUADOS.....	13

Rendimiento de semilla.....	13
CALIDAD DE LA SEMILLA.....	13
Estimación de la proporción de formas de semillas y tamaños.....	13
CALIDAD FISIOLÓGICA.....	15
Germinación estándar.....	15
Longitud media de plúmula.....	15
Longitud media de radícula.....	16
Peso seco.....	16
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	16
Análisis estadístico.....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
VARIABLE DE CAMPO.....	18
Rendimiento de semilla.....	18
CALIDAD DE SEMILLA.....	21
Estimación de la proporción de formas de semillas y tamaños.....	21
CALIDAD DE FISIOLÓGICA.....	23
Germinación estándar.....	23
Longitud media de plúmula.....	23
Longitud media de radícula.....	24
Peso seco.....	24

ESTUDIO FINANCIERO.....25

CONCLUSIONES.....29

LITERATURA CITADA.....30

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la alimentación está basada únicamente en pocos cultivos, como maíz, frijol, arroz, trigo, entre otros cereales, ya que estos son la base de alimentación de la humanidad, tiene importancia en el consumo directo o en el proceso de productos industrializados. El maíz en lo particular ha formado parte desde muchas generaciones hasta la actualidad la base de la alimentación, lo cual lo hace un cereal de gran importancia.

Malthus (1766-1834) predijo que en un futuro la población se incrementaría considerablemente, los alimentos carecerían y esto traería una hambruna en todo el mundo, lo que no consideró que el mejoramiento de plantas, la revolución verde, traería consigo mejoras para tener altos rendimientos en una gran variedad de cultivos, entre ellos el maíz.

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

En México hay una población de 130 millones y se produce cerca de 8,000,000 de hectáreas de maíz, con una producción de 25.4 millones de toneladas, México genera un déficit anual de 9.9 millones de toneladas de granos, forzando a importar maíz de Estados Unidos, con un consumo per-cápita de 250 kg de maíz por persona anualmente. Diez estados concentraron el 80.0 por ciento de la producción nacional de maíz, Sinaloa se ubica como el estado principal productor de maíz en el país con un 16 por ciento, lo cual representa un volumen de 3.7 millones de toneladas, seguido por Jalisco con 14.9 por ciento con un volumen de producción de 3.5 millones de toneladas y en tercer lugar se

encuentra Michoacán con 8.3 por ciento del total y un volumen de 1.9 millones de toneladas (SIAP-SAGARPA, 2015).

Las variedades criollas son cultivadas en aproximadamente el 70 por ciento de la superficie nacional, el maíz criollo que se cultiva en México, presenta algunas características como: bajo potencial productivo debido a las condiciones de temporal en el que es sembrado (Arias y Sánchez, 1997).

Los programas de mejoramiento genético del maíz buscan mayores rendimientos por hectárea, resistencia a plagas y a enfermedades, tolerancia al estrés hídrico, mayor contenido y calidad de las proteínas del grano, así como una buena estabilidad, la formación de nuevos híbridos por parte de investigadores tienen ese objetivo, además de elevar la producción en menor superficie, brindando a sí mejorar las ganancias de los agricultores.

Sin embargo, la densidad de población es uno de los factores que frecuentemente se modifica en la producción de nuevos híbridos de maíz para incrementar los rendimientos de grano, pero no siempre se establece la densidad adecuada. De acuerdo a esto, el presente trabajo tiene como:

Objetivo

Determinar la mejor densidad de población de la hembra, el efecto en el rendimiento por hectárea, tamaño y calidad de semilla y la rentabilidad en el híbrido AN-447M del Instituto Mexicano de Maíz de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Hipótesis

La densidad de 121,000 plantas ha⁻¹ será la mejor densidad, con mayor rendimiento y calidad de la semilla.

REVISIÓN DE LITERATURA

El maíz es considerado la especie de las 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).

EL mejoramiento genético clásico y el mejoramiento por ingeniería genética son fundamentalmente distintos, a pesar de su similitud superficial. El mejoramiento genético clásico o tradicional tiene el objetivo de desarrollar fenotipos superiores para un agro-ecosistema, además de lograr aumentar la productividad en menor superficie. En cambio, el mejoramiento por ingeniería excluye a los caracteres cuantitativos, que lo hace dependiente del mejoramiento tradicional al desarrollar un fenotipo superior en el agro-ecosistema, sin embargo como desventaja el mejoramiento tradicional se limita al conocimiento exacto del *locus*. En cambio el mejoramiento por ingeniería identifica el *locus* transgénico una vez hecha la inserción de una quimera transgénica (Turrent *et al.*, 2011)

El maíz híbrido es producto del cruzamiento de dos genotipos a fin de obtener un producto que posea características superiores al promedio de sus padres (Soto y Riveros, 1989).

Bonamico *et al.* (2004) mencionan que en la conformación genética de las diferentes variedades comerciales, entre ellas los híbridos, implica un gran trabajo por parte de los investigadores además del desarrollo de costosos programas de mejoramiento por parte de los inversionistas.

Para la formación de nuevos híbridos, o mejoramiento de un híbrido es importante la selección de líneas donadoras de alelos favorables con el fin de

mejorar aspectos agronómicos como; el potencial de rendimiento de semillas, acame de raíz y tallo, pudrición de mazorca, etc. (Vergara *et al.*, 1997).

Un híbrido Trilineal se forma cruzando un híbrido simple con una línea pura, los que por sus características de producción y adaptación ocupan un lugar intermedio entre un híbrido simple y doble, ello conduce a aprovechar mejor la complementación de genes aditivos que se manifiestan en la heterosis, lo que permite generar cultivares con estabilidad de rendimiento y que amortigüen mejor los efectos negativos ocasionados por el ambiente (Espinoza *et al.*, 1998).

Los híbridos Trilineales representan una opción atractiva y conciliadora de la producción de semilla y el mejoramiento genético, en su producción comercial se aprovechan las ventajas en productividad que se logran con la heterosis y al mismo tiempo se ofrecen facilidades para controlar la calidad genética en la producción de semilla, esto es posible al utilizarse como progenitor macho a una línea que puede revisarse con cierta facilidad y depurarse al seleccionar características favorecedoras de la producción, los híbridos Trilineales permiten alta rentabilidad para las empresas productoras de la semilla, ya que la cruce simple que participa como hembra es de alta productividad (Sierra *et al.*, 2005).

Sin embargo existen otros factores que son determinantes para un incremento en el rendimiento y mejora de calidad de la semilla, Zamudio *et al.*, (2011) realizaron un trabajo en el Estado de México, con el objetivo de determinar el nivel de rendimiento de híbridos y variedades de maíz para valles altos sembrados bajo riego, en doble hilera comparada con la siembra sencilla a una hilera. La hilera sencilla con separación de 0.80 m y la doble hilera a 0.25 m en un diseño de bloques al azar con dos factores; A (11 materiales; los híbridos P1684W, Syn-1806, AS-722, AS-822, AS-823, HC-8, Z-60 y P1832 W y tres criollos mejorados: Blanco Federación, Amarillo Federación y Amarillo Consucc) y B (los dos arreglos de siembra), con la finalidad de obtener mayores

rendimientos en la siembra de dobles hileras no fue cumplido, por el contrario el híbrido AS-722 obtuvo el mayor rendimiento de grano con 8.67 toneladas ha^{-1} bajo el sistema tradicional de hilera sencilla comparado con un rendimiento de 5.990 ton ha^{-1} a doble hilera del mismo híbrido.

En un trabajo realizado por Torres *et al.* (2009) en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) detectaron que los híbridos Trilineales tienen características agronómicas y estabilidad aceptable a través de los ambientes utilizando un Modelo AMMI en diez ambientes de los Valles Altos del centro de México.

Los atributos fisiológicos no son influenciados por las densidades de población, estas deberían ser controladas genéticamente, en un trabajo donde evaluaron cinco densidades; 52,630, 65,789, 78,789, 92,013 y 105,263 plantas ha^{-1} se utilizaron los progenitores ACT1 x ACT2 y CSA1 x CSA2 en una relación 4:2 MH, respectivamente, analizados en un diseño de bloques al azar, encontraron que el aumento en la densidad de población ocasionó efectos importantes en las siguientes características agronómicas: indujeron una mayor altura de planta y de mazorca, menor amacollamiento, mayor rendimiento de grano y menor porcentaje de plantas "horras", también muestran que en la prueba de germinación estándar no existió diferencia estadística significativa ni entre genotipos ni entre las diferentes densidades de población, en el componente de vigor no existieron diferencias estadísticamente significativas entre densidades pero si entre genotipos (Raya *et al.*, 2012).

Soltero *et al.* (2007) realizaron un trabajo en donde evaluaron dos distancias entre surcos (0.76 m y 0.50 m), en tres diferentes densidades de población; 75,000, 90,000 y 105,000 plantas ha^{-1} de cinco híbridos comerciales de Monsanto; COBRA, OSO, DK-2007, DK-2025 y DK-2035, evaluados bajo un

diseño de bloques completos al azar, con una dosis de fertilización de 300-92-00 NPK respectivamente, los mayores rendimientos de grano con los híbridos evaluados se obtuvieron en el surcado angosto a 50 centímetros, con una densidad de plantas de al menos 90,000 plantas ha⁻¹. El incremento en rendimiento de grano de 9.06 por ciento se manifiesta al reducir la distancia entre surcos de 76 a 50 cm, por tal razón se sugiere reducir la distancia de 0.76 metros que se establece de manera tradicional a 0.50 metros, lo cual trae consigo el aprovechamiento de la superficie y mayor rendimiento por hectárea.

Se han obtenido nuevos híbridos androestériles con la finalidad de ahorrar la mano de obra para la eliminación de espiga, también para evitar autofecundaciones, incluso elevar el rendimiento de la semilla, en un trabajo realizado por Espinosa *et al.* (2007) encontró que al comparar el desespigue del híbrido H-49 en versión androestéril y fértil, la versión androestéril tiene un 17.7 por ciento más de rendimiento a la versión fértil, además, la versión fértil se ve afectada en el rendimiento al eliminar más de tres hojas, acción por la cual la versión androestéril es muy recomendable para elevar los rendimientos y bajar los costos de producción.

En la búsqueda de materiales que conserven o posean mayor calidad física y fisiológica, se han realizado trabajos, tal como el de González *et al.* (2011) realizaron un trabajo, en donde; tres materiales de maíz envejecidos aceleradamente por 24 y 48 h, el maíz Tuxpeño conservó la mejor capacidad de desempeño en su viabilidad con un 95 por ciento, comparado con la variedad X'nuuknal 74 por ciento y Sinaloa con 53 por ciento, altura media de planta, teniendo la mayor media la variedad tuxpeño con 37.7 cm comparado con la menor de X'nuuknal con 27 cm y producción de materia seca para el tuxpeño con 4.36 gr comparada con la media menor de 3 gr de la variedad Sinaloa.

En un trabajo realizado por Pérez *et al.* (2002) evaluaron el tamaño de la semilla y su relación con la calidad fisiológica en nueve variedades de maíz para forraje en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, en donde las variedades con mayor calidad física y fisiológica de semilla fueron el criollo Campeón, los híbridos HS-2, Promesa y la variedad sintética VS-22, en este trabajo concluyen que el tamaño de la semilla de variedades de maíz con potencial forrajero afectó el peso de mil semillas, longitud, ancho y espesor de la misma y en la calidad fisiológica a la longitud de plántula, raíz y planta total, así como en el peso seco de la raíz.

La viabilidad, calidad física, fisiológica y sanitaria de la semilla a veces no es provocada por el envejecimiento o el genotipo utilizado, si no por el manejo durante la post cosecha, provocando daños mecánicos, por esta razón, Mancera *et al.* (2005) en el Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México evaluaron la calidad fisiológica de la semilla mediante daño físico, el cual consistió en impacto a la semilla de maíz del híbrido HS-2, a 10 y 23 por ciento de humedad, colocándolas en una plataforma con el embrión hacia arriba dejando caer una pieza cilíndrica de 243 gr por caída libre, parte de las semillas se sometieron a envejecimiento acelerado, como resultado, la semilla de maíz con 23 por ciento de contenido de humedad presentó el menor daño físico, mayor porcentaje de germinación (antes y después del envejecimiento acelerado) por lo tanto, la cosecha podría ser conveniente efectuarla con alto contenido de humedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área experimental

El presente trabajo experimental se realizó en el Instituto Mexicano del Maíz (IMM) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en la Calzada Antonio Narro # 1993, Colonia Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, localizada en las coordenadas 25°20'50'', N 101°01'35'', a 1813 msnm (google earth). 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 brumoso. Las pruebas de calidad de la semilla se realizaron en el laboratorio del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Granos y Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Material vegetativo

El material genético utilizado en el experimento fueron los parentales del híbrido AN-447M, el parental hembra (AN-255M X MLS4-1-1M) y el parental macho (AN-7M). Este híbrido es de cruce triple donde la hembra es un híbrido de cruce simple.

Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron tres densidades de población: 83,333, 103,000, 121,000 plantas ha⁻¹ del parental hembra (AN-255M X MLS4-1-1M).

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

Tratamientos	Parental Hembra	Densidad plantas ha ⁻¹
T1	(AN-255M X MLS4-1-1M)	83,333
T2	(AN-255M X MLS4-1-1M)	103,000
T3	(AN-255M X MLS4-1-1M)	121,000

T= tratamientos (1,2 y 3)

Establecimiento del experimento

Preparación del terreno

Esta actividad se realizó de manera manual simulando la labranza mínima, utilizando pico y azadón para aflojar la tierra y formando los surcos, eliminando los residuos de las cosechas anteriores de otoño-invierno (cereales), con el uso de rastrillos se emparejaron los surcos, los tratamientos y repeticiones correspondientes fueron un total de veintiocho surcos en el área experimental.

Siembra

La siembra de los parentales se llevaron a cabo en dos fechas diferentes, el macho se sembró el día 10 de abril y siete días después se sembró la hembra con el fin de poder tener una buena coincidencia de polen y estigmas (Split), se usó una relación de hembra-macho de 6:2 respectivamente, la semilla tuvo un tratamiento con un insecticida (Furadan 300 TS) con una dosis recomendada de 3-5 litros por cada 100 kg de semillas un día antes de la siembra de cada parental.

Diseño experimental

Para obtener las tres densidades se usó tres sogas diferentes de 30 m cada una, cada soga estaba marcada con las densidades correspondiente; una marcada a cada 16 cm para obtener la densidad de 83,333 plantas ha⁻¹, otra soga marcada cada 13 cm para la densidad de 103,000 plantas ha⁻¹ y la tercera soga marcada a 11 cm para obtener una densidad de 121,000 plantas ha⁻¹, el ancho de los surcos midió 0.75 m, se tomaron las medidas de los surcos de los tratamientos correspondientes que se asignaron al azar a dos surcos, quedando de la siguiente manera: 120,000, 100,000, 80,000; 80,000, 120,000, 100,000;

100,000, 80,000, 120,000, teniendo un total de dieciocho surcos, estos tenían

SURCOS	1	3	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
	♂	♂	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♂	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♂	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♂	♂	♂
LONGITUD DE LOS SURCOS METROS				120	120	100	100	80	80			80	80	120	120	100	100			100	100	80	80	120	120			

una longitud de veintiséis metros (Figura 1).

Figura 1. Establecimiento del parental hembra y macho en el área experimental.

Manejo agronómico del cultivo

Como manejo agronómico, se realizaron aclareos cuando la planta tenía una altura de veinte cm en promedio, ya que al sembrar la semilla de la hembra se colocaron tres semillas por mota con el fin de tener la mayor germinación posible de plantas dejando una sola planta por mota, cuando las plantas alcanzaron una altura de cuarenta centímetros se realizó un descañue, el cual consistió en eliminar toda aquella planta raquílica que se encontraran a una altura menor de veinte centímetros, estas no nos aseguran que llegaran a tiempo para formar la mazorca. Se llevó a cabo un monitoreo muy frecuente para la eliminación de plantas fuera de tipo con el fin de no tener contaminación de polen de otra planta y que esta afectara la calidad genética de la semilla.

Control de plagas

Para el control de plagas se realizaron una serie de aplicaciones, las cuales fueron de prevención y control, la plaga trips (*Frankliniella occidentalis*) fue la primer en aparecer después de la emergencia, para poder combatirla se

aplicó Malathion a dosis de 1 litro por hectárea, en una altura de 15-20 cm se notó la presencia de gusano trozador (*Agrotis ipsilon*), el cual estaba provocando la perdida notable de plantas, para ello se aplicó Furadan 350L en 2 litros por hectárea por inyección en el riego por goteo, durante la formación de cogollo de la planta comenzó el ataque de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), esta plaga se previno con Malathion a dosis de 1 litro por hectárea y por último, durante el llenado y amarre del elote la plaga gusano elotero (*Helicoverpa zea*), para estas se realizaron aplicaciones de Lorsban 480 en dosis de 0.75 – 1 litro de producto por hectárea. La aplicaciones fueron en intervalos recomendados por la etiqueta de cada producto y de acuerdo al monitoreo que se realizaba en el área sembrada (Cuadro 2)

Cuadro 2.- Días de aplicación de los diferentes insecticidas en sus respectivos meses.

Insecticidas	Dosis L/ha	Fechas de aplicación en el 2015							
		Abril		Mayo		Junio		Julio	
Lorsban 480	0.75-1					10	17	6	
Malathion	1	30		5	20	5	23		
Furadan 350L	2						26		

En cuanto a las enfermedades, debido a que la hembra es más tolerante a enfermedades esta no manifestó incidencias de enfermedades causadas por hongos, virus, etc.

Fertilización

La dosis general de fertilización fue de 350-220-80 de NPK respectivamente, la fertilización de base se llevó a cabo durante la siembra de

los parentales, aplicando la mitad de las unidades de nitrógeno y las unidades completas de Fósforo y Potasio 175-220-80 y la segunda después del aclareo de las plantas, esta se efectuó la otra mitad de Nitrógeno 175-00-00 para el desarrollo de las plantas, estas aplicaciones se realizaron de forma manual de manera uniforme por surco, la cantidad se calcularon por una reglas de tres simple, basándose en la dosis general de fertilización (Cuadro 3).

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)	Fertilizantes (kg)		
				T16 (16-16-16)	MAP (11-52-00)	S.A (21-00-00-24)
♂	10	Base	19.50	0.975	0.525	0.605
♀	18	Base	19.50	0.975	0.525	0.605
♂	10	Desarrollo	19.50	0.00	0.00	1.600
♀	18	Desarrollo	19.50	0.00	0.00	1.600

♂= parental macho, ♀= parental hembra, S.A= Sulfato de amonio.

Desespigue en la hembra

Se realizó la primera eliminación de espigas con el fin de eliminar toda espiga visible y las que se encontraran a una o a dos hojas (espiga remanente), esta actividad fue de manera manual siendo esta la primera intervención del desespigue, cerrando así en su totalidad la eliminación de espigas remanentes en la cuarta intervención. En el caso del 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 ello se tuvieron los cuidados estrictos para evitar la presencia

de plantas fuera de tipo y así no afectar la calidad genética por alguna contaminación.

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 requerido para su secado en campo, la recolección se realizó de manera separada identificándolos con etiquetas para la identificación del tratamiento, repetición y bloque correspondiente. En el caso del parental macho no requirió etiquetas, ya que este se recolecto sin separaciones.

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 tomó pequeñas muestras de 300 gr de semillas de las tres repeticiones de cada tratamiento con el fin de tener 5.400 kg de muestra de cada tratamiento de forma homogénea. Posterior a ello, de los 5.400 kg de la muestra general se pesaron dos kilogramos de cada tratamiento con el fin de clasificarlas mediante cribas. Se utilizó primeramente la criba de forma oblonga para separar las semillas planas y redondas, de acuerdo al peso

obtenido de las formas de semillas se calculó el porcentaje de la muestra general tomando en cuenta que dos kg fue el 100 por ciento, mediante el procedimiento de una regla de tres simple (Cuadro 4).

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

	MUESTRA (Kg)	SP (Kg)	SP (%)	SB (kg)	SB (%)
80,000 Plantas ha	2	1.481	74.72	0.501	25.27
100,000 Plantas ha	2	1.470	74.27	0.509	25.72
120,000 Plantas ha	2	1.420	71.71	0.560	28.28

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

Después de la clasificación y de haber obtenido el porcentaje de semillas por tamaño se utilizaron tres cribas redondas para obtener los tamaños grande (23/64), mediano (21/64) y chico (18/64), respectivamente, estimando así el porcentaje de las semillas por formas y tamaños (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1.- Clasificación de las semillas y porcentaje de acuerdo el tamaño de cada 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	1.139	57.46	0.272	13.71
	M 21/64	0.276	13.92	0.170	8.57
	C 18/64	0.066	3.32	0.059	2.97
103,000 Plantas ha	G 23/64	1.121	56.63	0.286	14.45
	M 21/64	0.284	14.34	0.162	8.18
	C 18/64	0.065	3.28	0.061	3.08
121,000 Plantas ha	G 23/64	1.094	55.24	0.295	14.89
	M 21/64	0.259	13.079	0.196	9.89
	C 18/64	0.067	3.383	0.069	3.48

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

Calidad Fisiológica

Germinación estándar

Esta prueba se llevó a cabo con la semilla clasificada por planos y redondas en sus tamaños grande medio y chico , para esta prueba se usó papel de germinación, en él se anotó el tratamiento, repetición y fecha de la prueba con una pluma especial para evitar que se borrara, se trazó una línea imaginaria a lo largo de la hoja, después se humedeció el papel, se colocaron las semillas en una hilera a intervalos regulares aproximadamente 5 cm del borde superior, dejando un espacio de 2-3 cm a los lados siendo un total de 25 semillas.

Posteriormente se agregó un fungicida (Captan) con el fin de evitar la propagación de hongos durante el proceso de germinación, se colocó una hoja de papel humedecida encima del papel que contenía las semillas, se enrolló en forma de taco cuidando que las semillas no se movieran de su lugar. Para esta prueba se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento colocándolas en bolsas plásticas, se colocaron en una cámara germinadora a una temperatura de 25°C a luz constante, por último a los siete días después se desenrollaron los tacos y se contabilizó el porcentaje de plántulas normales, anormales y no germinadas.

Longitud media de plúmula

Se midió esta variable al mismo tiempo que se estimó el porcentaje de germinación de la semilla, la longitud se midió con el uso de una regla, por repetición se estimó la media sumando todas las medidas de la plúmula entre el número de plántulas normales.

Longitud media de radícula

De la misma forma que se estimó la longitud de la plúmula se midió la longitud de la radícula de cada planta por repetición de los tratamientos, tomando la medida de la raíz principal de las plántulas con el uso de la regla, por último se calculó la longitud media de la radícula sumando todas las medidas de la radícula de las plantas entre el número de plantas normales de cada repetición.

Peso seco

La radícula y la plúmula de cada repetición de los tratamientos por separado se colocaron en unos sobrecitos de papel con el fin de colocarlos en una estufa a 65°C por 24 horas, con la finalidad de que perdiera toda el agua que se encontrara en la radícula y plúmula para poder así estimar el peso seco de ambas. La materia seca se pesó en una báscula analítica con el fin de tener la materia seca total.

Diseño Experimental

Análisis Estadístico

El experimento se llevó a cabo 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

B_j = Efecto del j -ésimo bloque

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

Para la comparación de medias de las variables evaluadas se utilizó la prueba de tukey al 0.05 de probabilidad.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En este apartado se presentan los resultados y la interpretación de los análisis de varianza para las variables evaluadas en los tratamientos utilizados en las densidades de población en la hembra del híbrido AN-447M para la producción y calidad de la semilla y poder así responder al objetivo establecido.

Variable de campo

Rendimiento de semilla

En el Cuadro 5 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza del rendimiento, muestra diferencias altamente significativa entre los tratamientos, de acuerdo a los datos de la tabla F de Fisher (0.01), es decir las densidades establecidas influyeron en el rendimiento de la semilla, en la prueba de comparación de medias el mayor rendimiento de semillas de 12.937 t ha⁻¹ fue para el tratamiento de 103,000 plantas ha⁻¹, seguido por la de 83,333 plantas ha⁻¹ teniendo un rendimiento de 12.259 t ha⁻¹ y como último lugar se tiene a la densidad de 121,000 plantas ha⁻¹ con un rendimiento de 11.185 t ha⁻¹ (cuadro 5.3).

Estos resultados indican que al aumentar las densidades de población a 103,000 plantas ha⁻¹ se ve una respuesta favorable con el incremento de los rendimientos de la semilla, debido al mayor número de plantas establecidas por hectárea, pero dicho parental al aumentar la densidad a 121,000 plantas ha⁻¹ desfavorece al rendimiento de semillas. Esto muestra el potencial genético del material que se utiliza como hembra al incrementarla a 103,000 plantas ha⁻¹ mostrando esta densidad como un límite de este parental.

Este resultado coincide con un trabajo realizado por Vargas (2009), donde evaluó dos híbridos parentales experimentales denominados genotipo DAS1 y

DAS 2; de Dow AgroSciences, en donde se 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 2.61 t ha⁻¹.

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

Fuentes de variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F.C	F.T	
					0.05	0.01
Bloques	2	10.651	5.325	2.38 ^{S/N}	3.28	5.29
Tratamientos	17	96.39	5.67	2.53 ^{**}	1.89	2.47
Error	34	76.095	2.238			
Total	53	183.137				
C.V (%)	12.33					
Media general	12.127					

Cuadro 5.1.- Comparación de medias de los tratamientos para la variable de rendimiento del híbrido AN-447M en Saltillo, Coahuila, 2015.

Densidades de población plantas ha ⁻¹	Surco	Rendimiento (ton ha ⁻¹)
83,333	7	15.506 A
103,000	13	14.628 AB
103,000	3	13.757 AB
103,000	14	13.684 AB
121,000	1	12.448 AB
103,000	11	12.014 AB

83,333	5	11.948 AB
83,333	15	11.838 AB
103,000	4	11.796 AB
103,000	12	11.745 AB
83,333	6	11.577 AB
83,333	16	11.549 AB
121,000	10	11.138 AB
83,333	8	11.138 AB
121,000	18	11.085 AB
121,000	17	10.987 AB
121,000	2	10.759 AB
121,000	9	10.698 B

AB= grupos estadísticos (tukey 0.05)

Cuadro 5.2.- Medias de los tratamientos para la variable de rendimiento en la producción del híbrido AN-447M en Saltillo, Coahuila, 2015.

Densidades de población plantas ha⁻¹	Rendimiento (ton ha⁻¹)
121,000	11.603 A
103,000	12.776 A
83,333	11.762 A
83,333	13.322 A
121,000	10.918 A
103,000	11.879 A
103,000	14.156 A
83,333	11.693 A
121,000	11.036 A

A= grupo estadístico (tukey 0.05).

Cuadro 5.3.- Medias de los tratamientos, para la variable de rendimiento en la producción del híbrido AN-447M en Saltillo, Coahuila, 2015.

Densidades de población plantas ha ⁻¹	Rendimiento (ton ha ⁻¹)
83,333	12.259 A
103,000	12.937 A
121,000	11.185 A

A= grupo estadístico (tukey 0.05).

Calidad de semilla

Proporción de la forma y tamaño de semilla

Para estimar el porcentaje de esta variable se consideró dos formas de semillas: Planas (SP) y Redondas (SR), en el Cuadro 6 se puede observar los porcentajes y rendimiento de semillas planas respecto a las semillas redondas de cada tratamiento, así como sus tamaños, podemos observar que en la densidad de 103,000 plantas ha⁻¹ obtuvo un rendimiento en semilla plana superior que la semilla bola con un 74.27 y 25.72 por ciento respectivamente, sin embargo, el tratamiento de 83,333 plantas ha⁻¹ obtuvo un 74.72 por ciento de semilla plana comparado con 25.27 por ciento de semilla redonda, esto indica que al aumentar de 83,333 a 103,000 plantas ha⁻¹ el porcentaje del rendimiento de semilla plana disminuye 0.45 por ciento, favoreciendo a un incremento del 0.45 por ciento de semilla redonda. Aunque en el tratamiento de 103,000 plantas ha⁻¹ tenga un mayor rendimiento de semillas, la relación de semilla plana respecto a la redonda será menor que en el tratamiento de 83,333 plantas ha⁻¹.

En la Figura 2 se observa mediante una línea de tendencia que al incrementar la densidad de 103,000 a 121,000 plantas ha⁻¹ el rendimiento tiende

a bajar al igual que el porcentaje de semillas planas, pero el porcentaje de semilla redonda se mantiene.

Cuadro 6.- Porcentajes y pesos de la proporción de formas y tamaños de semillas de las tres densidades de la hembra del híbrido AN-447M.

TRAT	REND	CRIBAS	SP (Kg)	SP (%)	SB (kg)	SB (%)
83,333 Plantas ha ⁻¹	12.259 t ha ⁻¹	Tamaños	9.159	74.72	3.097	25.27
		G 23/64	7.043	57.46	1.680	13.71
		M 21/64	1.706	13.92	1.050	8.57
		C 18/64	0.406	3.32	0.363	2.97
103,000 Plantas ha ⁻¹	12.937 t ha ⁻¹	Tamaños	9.608	74.27	3.327	25.72
		G 23/64	7.325	56.63	1.869	14.45
		M 21/64	1.855	14.34	1.058	8.18
		C 18/64	0.424	3.28	0.398	3.08
121,000 Plantas ha ⁻¹	11.185 t ha ⁻¹	Tamaños	8.02	71.71	3.163	28.28
		G 23/64	6.178	55.24	1.665	14.89
		M 21/64	1.462	13.079	1.106	9.89
		C 18/64	0.378	3.383	0.389	3.48

Trat= tratamiento, Rend= Rendimiento, SP= semilla plana, SB= semilla bola, G, M, C (tamaños de semillas grande, mediano y chico).

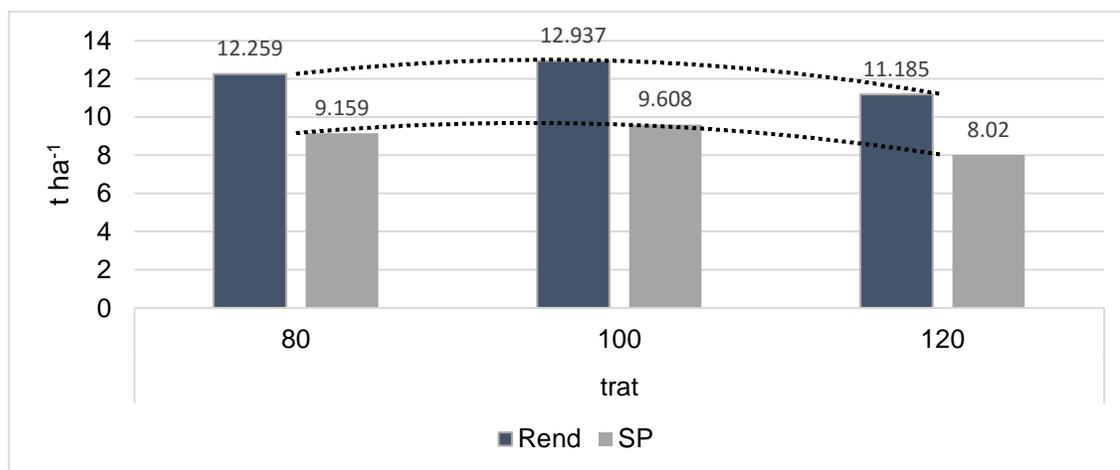


Figura 2.- Comportamiento del rendimiento de semillas de las tres densidades en la hembra y línea de tendencia del rendimiento y proporción de semillas planas.

Calidad Fisiológica

Germinación estándar

En esta variable en cuanto al porcentaje de germinación no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos y repeticiones (Cuadro 7), las densidades no influyeron en las pruebas de germinación, sin embargo numéricamente las medias de los porcentajes de germinación de los tratamientos de 83,333 y 103,000 plantas ha⁻¹ obtuvieron el porcentaje más alto con 96 por ciento, en comparación con el tratamiento de 121,000 plantas ha⁻¹ con 95 por ciento (Cuadro 7.1).

La viabilidad de la semilla puede estar afectada por el daño mecánico durante post-cosecha entre otros casos como el envejecimiento de la misma, por esta razón el contenido de humedad de la cosecha para reducir los daños mecánicos de la semilla y obtener un buen porcentaje de germinación de las semillas, lo más recomendable es realizarla a una humedad del 23 por ciento (Mancera *et al.*, 2005).

Longitud media plúmula

Al analizar el análisis de varianza las densidades influyeron en la variable de longitud de plúmula de la semilla plana (LPSP) (Cuadro 7), los cuadrados medios no muestran diferencias significativas entre repeticiones, pero si significativa a $P \leq 0.01$ entre los tratamientos, esto indica que todos los tratamientos no son iguales estadísticamente, en la prueba de medias (tukey 0.05), la media de la longitud de plúmula más alta fue 11.09 cm en la densidad de 83,333 plantas ha⁻¹, seguida por la longitud de 11.03 cm de la densidad de 103,000 plantas ha⁻¹, y 9.04 cm para la densidad de 121,000 plantas ha⁻¹.

El vigor no se ve afectado de acuerdo a las diferentes densidades establecidas esto puede deberse a que la hembra es un híbrido de cruce simple

y esta tenga mejor estabilidad al aumentar el número de plantas por hectárea, esto trae consigo mejor uniformidad de poblaciones del híbrido (Espinoza et al., 1998).

Longitud media de radícula

En el análisis de varianza para la longitud de radícula de la semilla plana (LRSP), demostró diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 7), lo cual da a conocer que la longitud de la radícula es poco afectada por las densidades de población, numéricamente la longitud mayor fue de 21.447 cm para la densidad de 121,000 plantas ha⁻¹, seguida por la densidad de 103,000 plantas ha⁻¹ con 20.762 cm de longitud y por último, con una longitud de 20.447 cm para la densidad 83,333 plantas ha⁻¹ (Cuadro 7.1)

Peso seco

En esta variable no se encontró diferencias significativas entre repeticiones y tratamientos, esto indica que las densidades no afectaron en la producción de materia seca, sin embargo numéricamente el peso más alto fue de 2.254 gr para la densidad de 83,333 plantas ha⁻¹ seguido por la densidad de 121,000 plantas ha⁻¹ con un peso 2.079 gr y con el peso más bajo la densidad de 103,000 plantas ha⁻¹ con 1.034 gr.

Este resultado hace demostrar la mención de raya et al., 2012 que los atributos físicos y fisiológicos de las semillas no son influenciados por las densidades de población si no de la genética de estas.

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

Fuentes de variación	G.L.	PGSP	LPSP	LRSP	PSSP
Bloques	3	15.555	1.120	0.910	0.087
Tratamientos	2	1.333	5.456 **	2.308 *	0.103
Error	6	10.222	0.413	0.337	0.037
Total	11	110.666	16.753	9.374	0.695
C.V (%)		3.34	6.186	2.76	9.31
Media general		95.66	10.389	21.034	2.089

*, ** Nivel de significancia 0.05 y 0.01 respectivamente, C.V= coeficiente de variación, PGSP= porcentaje de germinación de semilla plana, LPSP= longitud media de plúmula de semilla plana, LRSP= longitud media de radícula de semilla plana, PSSP= peso seco de semilla plana.

Cuadro 7.1.- Medias de los tratamientos para las variables de calidad fisiológica evaluado en la producción del híbrido AN-447M en Saltillo, Coahuila, 2015.

Densidades de población plantas ha⁻¹	PGSP (%)	LPSP (cm)	LRSP (cm)	PSSP (gr)
83,333	96	11.09 A	20.447 B	2.254
103,000	96	11.03 A	20.762 A B	1.034
121,000	95	9.04 B	21.447 A	2.079

AB= grupos estadísticos (tukey 0.05), PGSP= porcentaje de germinación de semilla plana, LPSP= longitud media de plúmula de semilla plana, LRSP= longitud media de radícula de semilla plana, PSSP= peso seco de semilla plana.

Estudio financiero

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

Categorías	Sacos	Peso/costal	Peso total	Precio por saco	Precio total
P. grande	311	20	6,220	1,500.00	466,500
P. mediano	92	17	1,564	1,500.00	138,000
P. chico	24	15	360	1,500.00	36,000
R. grande	80	20	1,600	1,500.00	120,000
R. mediano	53	17	901	1,500.00	79,500
R. chico	23	15	345	1,500.00	34,500
Total	583		10,990		874,500

Rendimiento de 12.937 -15% de pérdidas de post-cosecha= 10.997 toneladas.

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

Denominación	Precio/ha
Clasificación de las semillas en sus diferentes formas y tamaños del híbrido AN-447M.	874,500.00
Costo total de producción híbrido AN-447M.	181,863.00
Ganancia total	692,537.00

CONCLUSIONES

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

De las densidades evaluadas en la hembra, la mejor fue 103,000 plantas ha^{-1} demostró el mejor rendimiento de semillas, sin embargo en la proporción y tamaños de la semilla la densidad de 83,333 plantas ha^{-1} obtuvo el mayor porcentaje de semillas planas, y con mayor porcentaje de semillas redondas la obtuvo la densidad de 121,000 plantas ha^{-1} .

Al establecer tres diferentes densidades de población en la hembra de maíz las pruebas de calidad fisiológica muestran estándares de calidad aceptables con más del 95 por ciento de germinación, las mejores longitudes de plúmula y radícula para la producción de una población de plantas uniformes y vigorosas, además de la producción similar de materia seca.

Al terminar de analizar la modalidad del contrato de producción de semilla híbrida y de definir los gastos totales de producción se concluye que la producción de semillas del híbrido AN-447M es altamente rentable al establecerla a una densidad de 103,000 plantas ha^{-1} de acuerdo a la cantidad de sacos obtenidos de rendimiento de 10.997 toneladas.

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.
- Espinoza, C, A., Tadeo, R, M., Meza, G, L, D., Arteaga, E, I., Matías, B, D., Valdivia, B, R., Sierra, M, M., Gómez, M, N., Palafox, C, A. y Zamudio, G, B. 2007. Eliminación de espiga y hojas en un híbrido de maíz androestéril y fértil. www.ujat.mx/publicaciones/uciencia. 26 (3):215-224.
- 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.
- 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
- González, R, F., León, G, D., Borges, G, L., Pinzón, L, L., Magaña, M, M., Sangines, G, R. y Urrestarazu, G, M. 2011. Envejecimiento acelerado sobre la calidad de semillas de maíz para producir germinados para forraje alternativo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8:1487-1493.
- Mancera, R, A., García, S, G., Carballo, C, A., Villaseñor, P, C., Martínez, G, A. y Estrada, T, V. (2005). Calidad fisiológica y daño físico en semillas de maíz sometida a impacto. *Agricultura Técnica en México*. 33 (2): 125-133.

- ONU (Organización de las Naciones Unidas), 2016, Perspectiva y población mundial. <http://www.un.org/es/publications/publipl225.shtml>.
- 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*, Vol.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. 2012. 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.
- Rodríguez M., F. A.; Sierra M., M.; Cano R., O. and Castañón N., G. 1997. Three way crosses as an alternative for producing maize in Veracruz, México. *In: The International Symposium about the Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops*. México City, México, p. 238.
- Sierra M., M.; Palafox C, A., Espinoza C, A., Caballero H., F., Rodríguez M., F., Barrón F., S. y Valdivia B., R. 2005. Adaptabilidad de híbridos triples de maíz y de sus progenitores para la región tropical del sureste de México. *Agron. Mesoam*. 16(1):13–18.
- Soltero, D, L., Garay, L, C. y Ruiz, C, J, A. 2007. Respuesta en rendimiento de híbridos de maíz a diferentes distancias entre surcos y densidades de plantas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 1 (2) 149-158.
- Torres, F, J, L., Morales, R, E, J., González, H, A., Laguna, C, A. y Córdova, O, H. 2009. Respuesta de híbridos trilineales y probadores de maíz en Valles

Altos del centro de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2 (6): 829-844.

Turrent, F, A., Cortés, F, J, I., Espinoza, C, A., Serratos, H, J, A. y Mejía, A, H. 2011. Diferencias entre el mejoramiento genético clásico del maíz y el mejoramiento por ingeniería genética. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2 (6): 955-969.

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.

Vergara, V, N., Rodríguez, H, S. y Córdova, O, H. 1997. Potencial de líneas de maíz para mejorar híbridos. Rev. Fitotec. Mex. 26 (4): 291 – 299.

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.